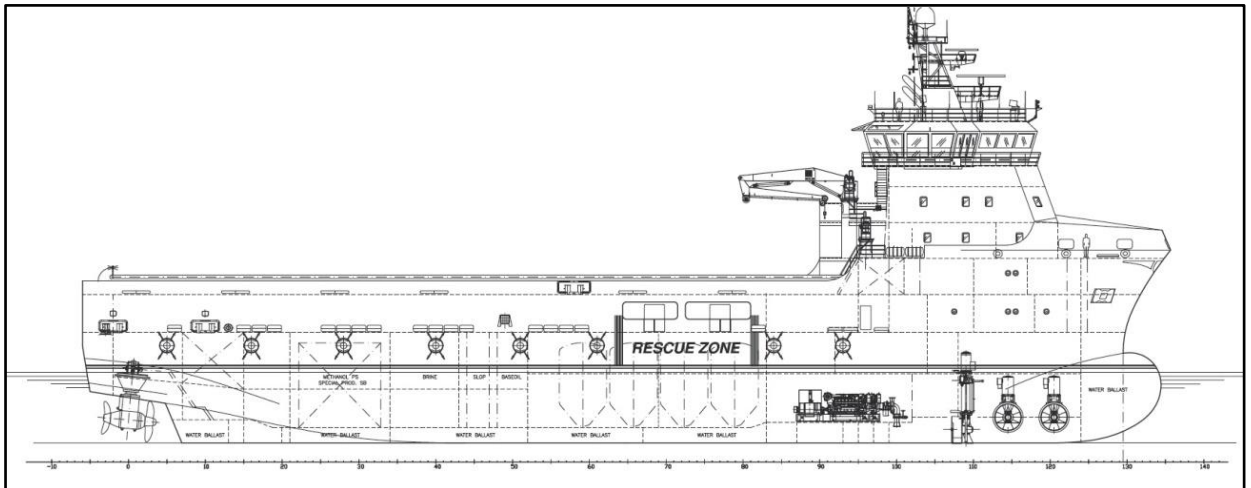


Proyecto final de grado
Grado en ingeniería de propulsión y servicios del
buque 2015-2016

Buque de suministro a plataformas de
5000 TPM



Cuaderno 1

Diego Rodríguez Gosende



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO: 16-09 P

TIPO DE BUQUE : Buque de suministro a plataformas PSV (Platform Supply vessel)

CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : Det Norske Veritas, Solas, Marpol, Reglamentación estándar

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 5000 TPM, carga mixta para suministro a plataformas (líquidos de perforación, cemento, agua potable, etc), 1050 m² de espacio de carga en cubierta, lucha contra contaminación, Rescate Stand by.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA : 12 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía para 62 días de marcha.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : Bombas para realizar la operación de C/D en 10 horas, dos grúas de carga de 5t. Medios de limpieza de tanques.

PROPULSIÓN : Diesel eléctrica con DP2.

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 30 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES : Los habituales en este tipo de buques. Sistema de cálculo de las condiciones de carga.

Ferrol, Febrero de 2.016

ALUMNO : D. Diego Rodríguez Gosende

Índice

1.1 Presentación.....	4
1.2 Base de datos.....	5
1.3 Cálculo de las dimensiones principales.....	7
1.4 Cálculo de coeficientes.....	12
1.5 Cálculo de la Cifra de Mérito.....	14
1.6 Validación técnica de las alternativas.....	20
1.7 Definición, cálculo y elección de las alternativas.....	22
1.8 Validación técnica de la solución más favorable.....	25
1.9 Croquis preliminar.....	38
Bibliografía.....	42

Anexo 1-Tablas de cálculo de las alternativas

Anexo 2-Fichas de los buques de referencia

1.1 Presentación:

El objeto del presente TFG es la realización del proyecto de un buque PSV (Platform Supply Vessel) de 5000 t de peso muerto.

En este Cuaderno 1 se realiza la confección de una base de datos de buques de características similares a las especificadas en las RPA, una estimación de las principales dimensiones del buque proyecto a través de regresiones lineales inferidas de la base de datos, el cálculo de los coeficientes navales necesarios, la elección de una alternativa de construcción válida a través de una cifra de mérito y por ultimo un análisis más pormenorizado de las características de la alternativa seleccionada.

El propósito de muchos buques de suministro o apoyo a plataformas Off-shore es desempeñar varias funciones con requerimientos muy diversos. Este proyecto en concreto trata de un PSV sin atribuciones particulares para realizar tareas de manejo de anclas, construcción o mantenimiento. En su lugar se centra en el transporte de carga líquida a granel, respetos y personal. Como tal sus RPAs constan de: capacidad de carga, velocidad, autonomía y espacio en cubierta, así como de los habituales requerimientos de posicionamiento dinámico, capacidad de lucha contra la contaminación y de lucha contra incendios.

De entre los muchos mares del mundo donde se realizan prospecciones y extracciones petrolíferas, la zona del mar del norte y del mar noruego destaca por el gran número de explotaciones activas. El buque proyecto que se desarrollarla en el siguiente proyecto ha sido pensado para satisfacer las necesidades de las plataformas de esta región en exclusiva.

De entre sus funciones, resulta esencial destacar: Capacidad para transportar equipo y repuestos varios (que no siempre serán contenedores estandarizados) sobre cubierta y descargarlos a una plataforma, capacidad para transportar un cierto número de sustancias líquidas a granel de forma separada con propiedades muy diferentes, capacidad para transportar y alojar personal durante meses con una calidad de vida aceptable, sistema de posicionamiento dinámico y alta maniobrabilidad, y por ultimo capacidad para prestar apoyo a la

plataforma en forma de lucha contra la contaminación, contra incendios y medios de apoyo a la producción.

1.2 Base de datos:

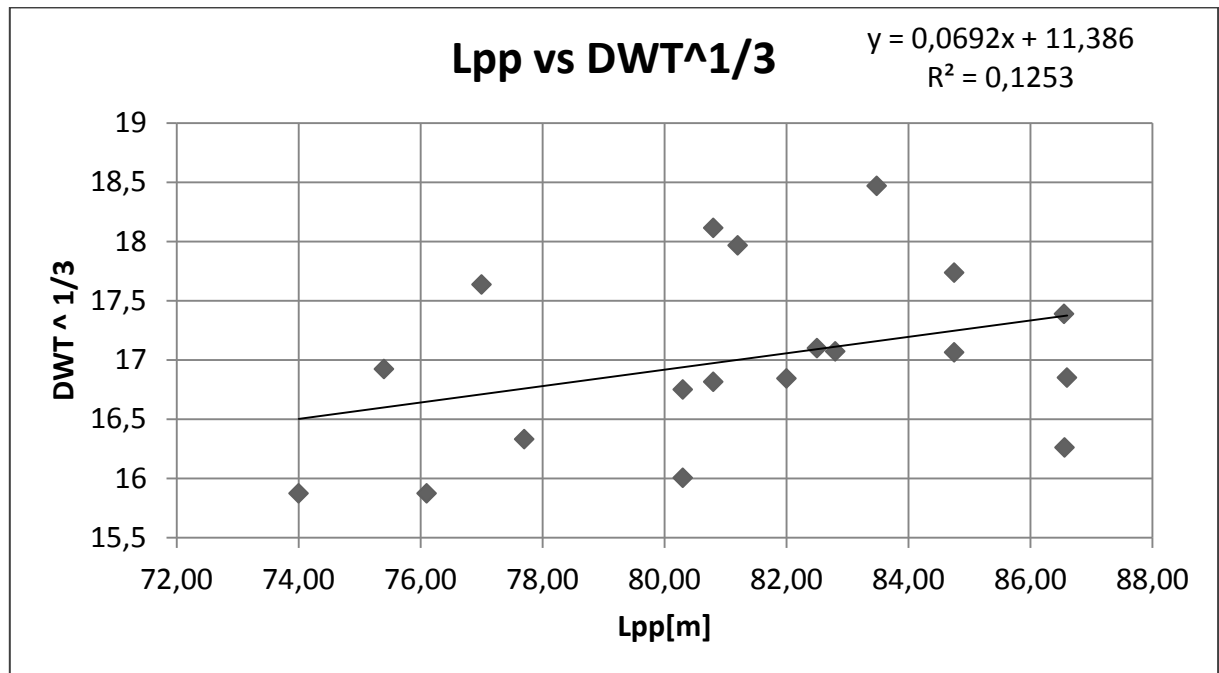
A continuación se presenta una base de datos confeccionada con buques de mediano porte, elaborada a través de la consulta a la oferta de varios constructores de este tipo de buques:

Buque	Año	kW	Vel [kn]	Cubierta [m²]	Pers.	Diseño
Damen PSV 5000 CD	2014	7200	14	1020	44	Damen
Damen PSV 4000 CD	2014	7038	14,5	840	26	Damen
Damen PSV 6000 CD	2014	8440	14	1100	49	Damen
Far Starling	2013	7350	12,5	810	30	PSV 08 CD
Far Searcher	2008	6960	12,2	1091	25	UT 751 E
Far Serenade	2009	6960	12,2	1002	25	UT 751 CD
Far Solitaire	2012	8295	12	1022	25	UT 754 WP
Far Sygma	2014	7641	12	1170	28	VARD 1 07
Bourbon Topaz	2005	7300	13	960	25	P 105
Bourbon Monsoon	2007	6660	15,5	985	23	PX 105
Bourbon Shappire	2008	7850	15,5	990	50	ULSTEIN P105
Havila Charisma	2012	8320	12	1082	27	HAVYARD 833L
Havila Commander	2010	7604	12,5	1005	23	VS 485 CD
Havila Foresight	2007	8752	12	1046	30	MT 6010 MKII
Ievoly Ivory	2015	9086	14	830	90	MMC 887 MPSV
Ievoli Sapphire	2013	4755	14	820	32	MMC 879 CP
Pacific Leader	2014	7920	14	912	37	SPO L-Class
Troms Arcturus	2014	7680	12	1113	28	VARD PSV 07 CD
Troms Artemis	2011	7604	12	975	23	VS 485 CD

Buque	DWT [t]	L.O.A. [m]	L.pp [m]	B [m]	D[m]	T [m]	L/B	B/D	B/T	D/T
Damen PSV 5000 CD	5000	90,00	82,50	19,00	8,00	6,30	4,342	2,375	3,016	1,270
Damen PSV 4000 CD	4100	87,40	80,30	17,60	7,80	6,25	4,563	2,256	2,816	1,248
Damen PSV 6000 CD	6300	89,90	83,48	21,00	9,00	7,10	3,975	2,333	2,958	1,268
Far Starling	4000	81,70	74,00	18,00	7,80	6,50	4,111	2,308	2,769	1,200
Far Searcher	4755	93,90	80,80	21,00	8,20	6,60	3,848	2,561	3,182	1,242
Far Serenade	5944	93,90	80,80	21,00	8,80	7,27	3,848	2,386	2,889	1,210
Far Solitaire	5800	91,60	81,20	22,00	8,80	7,20	3,691	2,500	3,056	1,222
Far Sygma	5580	94,65	84,75	21,00	8,50	7,03	4,036	2,471	2,986	1,209
Bourbon Topaz	4847	86,20	75,40	19,00	8,00	6,65	3,968	2,375	2,857	1,203
Bourbon Monsoon	4779	88,80	82,00	19,00	8,00	6,60	4,316	2,375	2,879	1,212
Bourbon Shappire	4700	91,10	80,30	19,00	8,00	6,50	4,226	2,375	2,923	1,231
Havila Charisma	4976	92,80	82,80	19,60	8,00	6,57	4,224	2,450	2,984	1,218
Havila Commander	5486	85,00	77,00	20,00	8,60	6,83	3,850	2,326	2,930	1,260
Havila Foresight	4785	93,60	86,60	19,70	7,85	6,30	4,396	2,510	3,127	1,246
Ievoly Ivory	4300	90,20	86,56	18,80	7,40	6,05	4,604	2,541	3,107	1,223
Ievoli Sapphire	4000	79,45	76,10	16,80	7,40	6,00	4,530	2,270	2,800	1,233
Pacific Leader	5258	97,29	86,55	20,00	9,00	6,80	4,328	2,222	2,941	1,324
Troms Arcturus	4969	94,65	84,75	21,00	8,50	7,03	4,036	2,471	2,987	1,209
Troms Artemis	4356	85,00	77,70	20,00	8,60	7,16	3,885	2,326	2,792	1,201

1.3 Cálculo de las dimensiones principales:

Con los datos recogidos anteriormente en la base de datos, se podrán representar las relaciones entre las diversas dimensiones del barco, y a través de una regresión lineal, inferir inicialmente el valor de las mismas para nuestro proyecto de buque. Usando una hoja de cálculo para representar, en primer lugar, el desplazamiento frente a la eslora, tendremos:



Donde a pesar del bajo valor de R^2 se observa una razonable colocación de la línea inferida en la nube de puntos. Obtenemos así la ecuación:

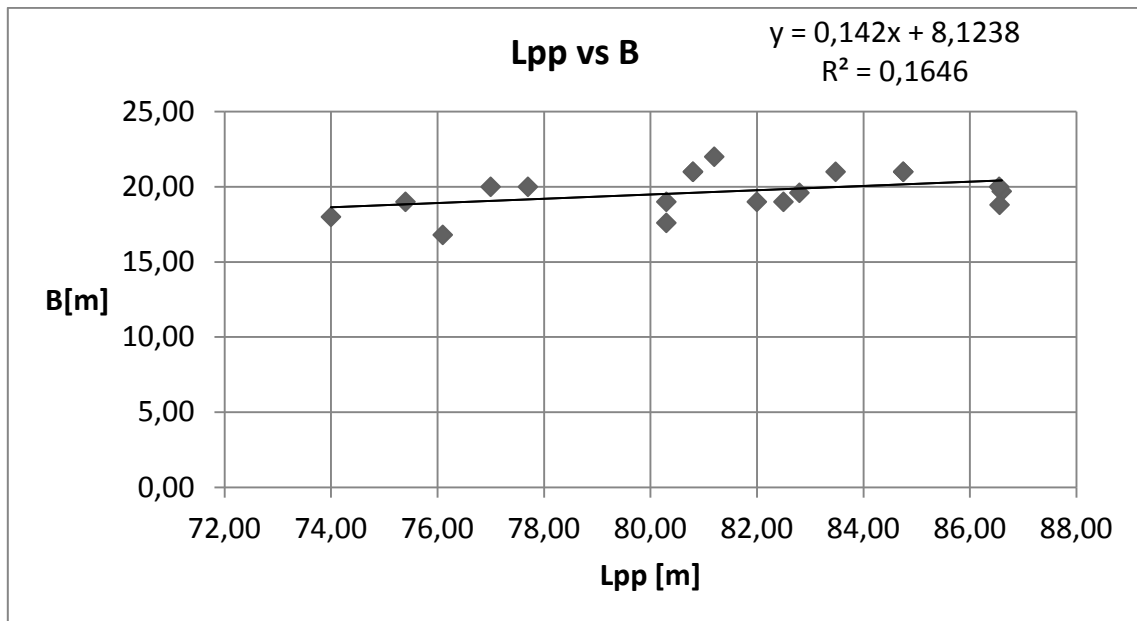
$$DWT^{1/3} = 0,0692 L_{pp} + 11,386$$

Evaluándola con el DWT de 5000 t que figura en las RPA's del proyecto, obtenemos: 82,569. Redondeamos y obtenemos:

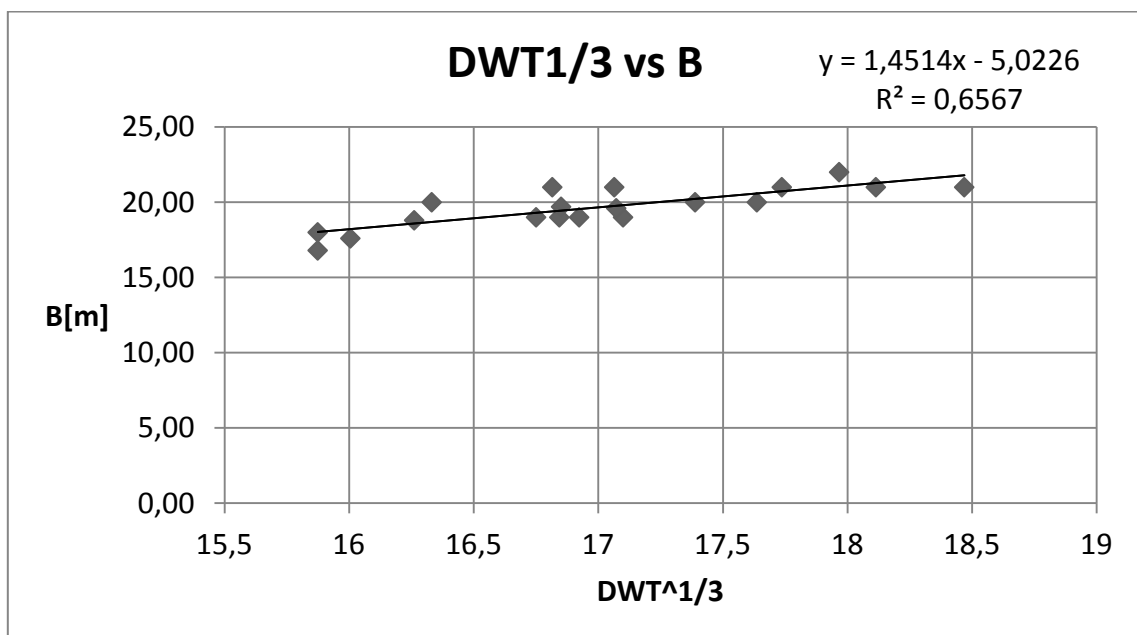
$$L_{pp \text{ base}} = 82,6 \text{ m}$$

Valor que será posteriormente evaluado en el apartado dedicado a la cifra de merito.

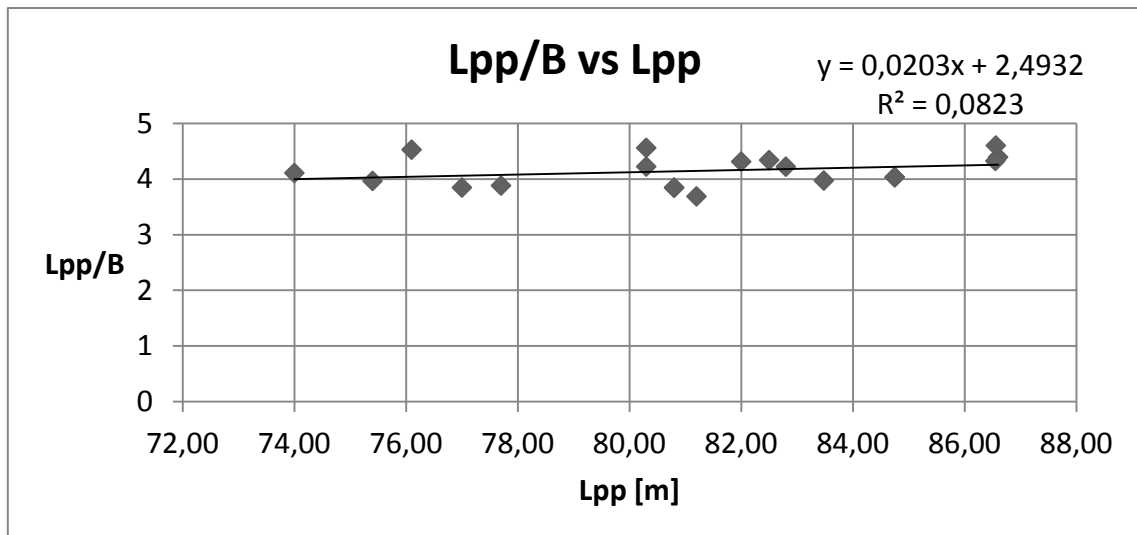
Usando el mismo proceso para contrastar L_{pp} vs B ; $DWT^{1/3}$ vs B y L_{pp}/B vs L_{pp} , puede hallarse B :



- $B = 0,142L_{pp} + 8,1236 ; R^2 = 0,1646 \rightarrow B = 19,853 \text{ m}$



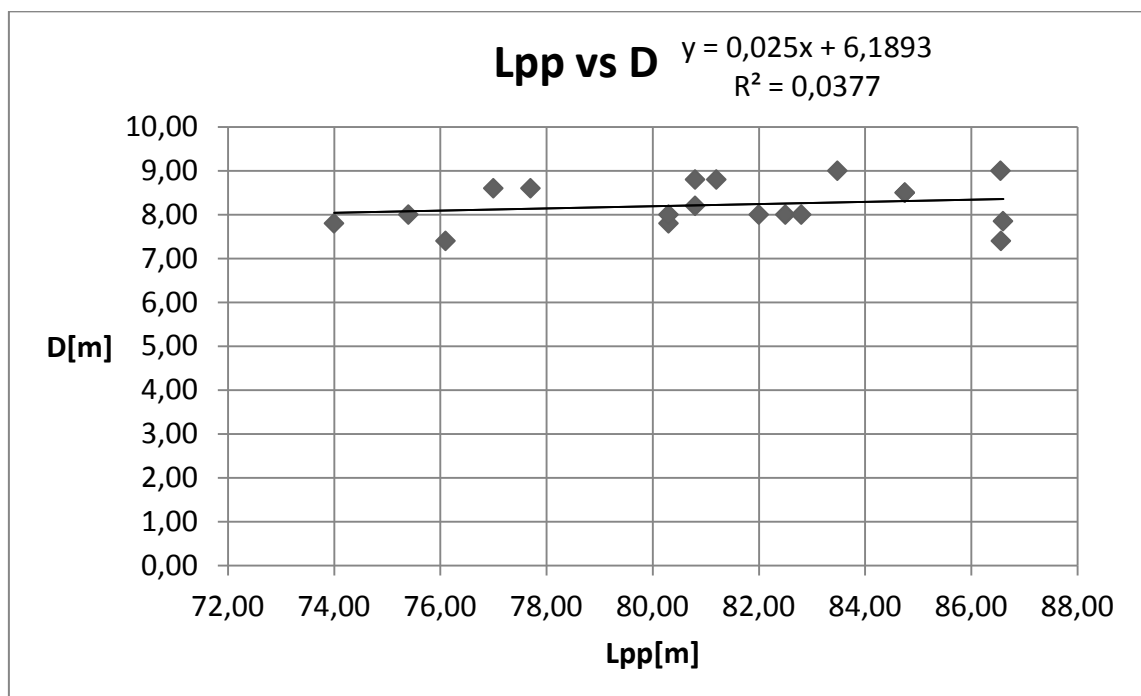
- $B = 1,451 DWT^{1/3} - 5,023 ; R^2 = 0,657 \rightarrow B = 19,796 \text{ m}$



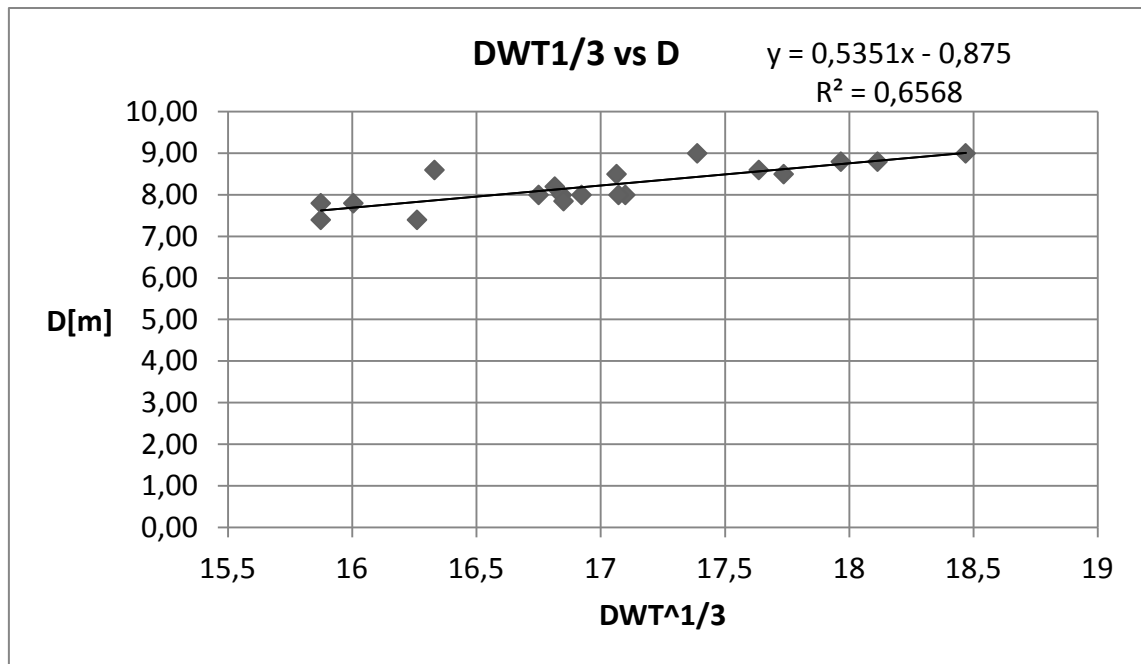
- $Lpp/B = 0,020Lpp + 2,493 ; R^2 = 0,082 \rightarrow B = 19,808 \text{ m}$

Tomaré en esta etapa inicial, simplificando y teniendo en cuenta el valor de dependencia de las correlaciones: **B= 19,8 m.**

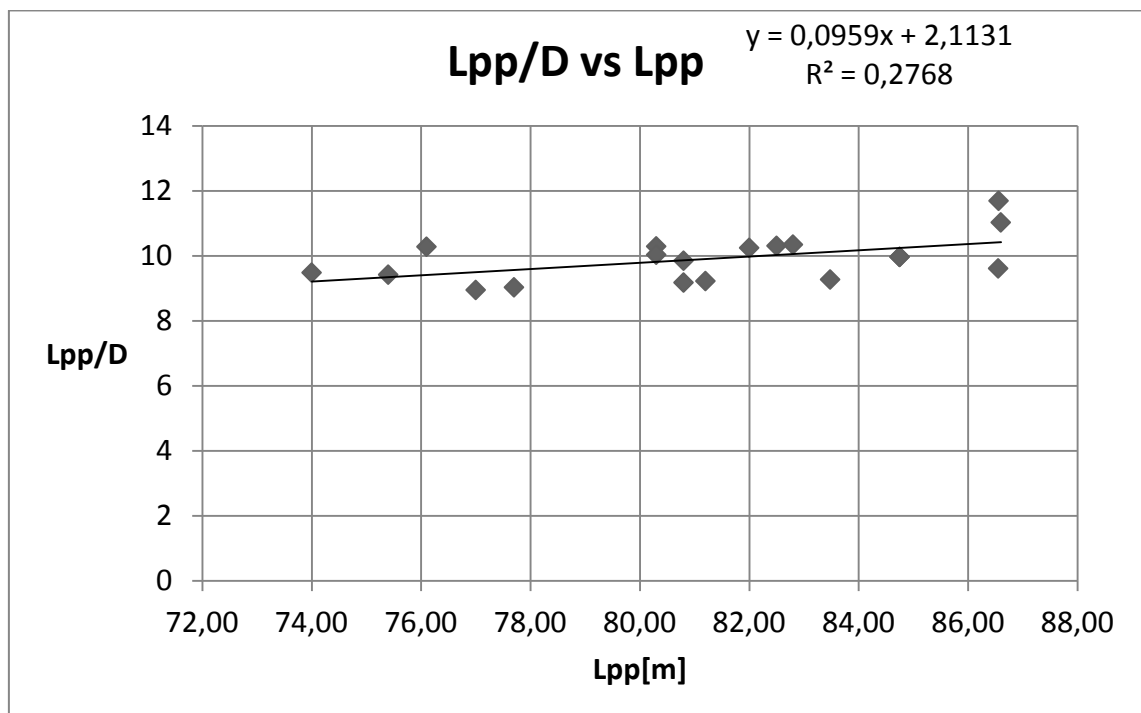
Para hallar **D**:



- $D = 0,025Lpp + 6,189 ; R^2 = 0,0377 \rightarrow D = 8,254 \text{ m}$



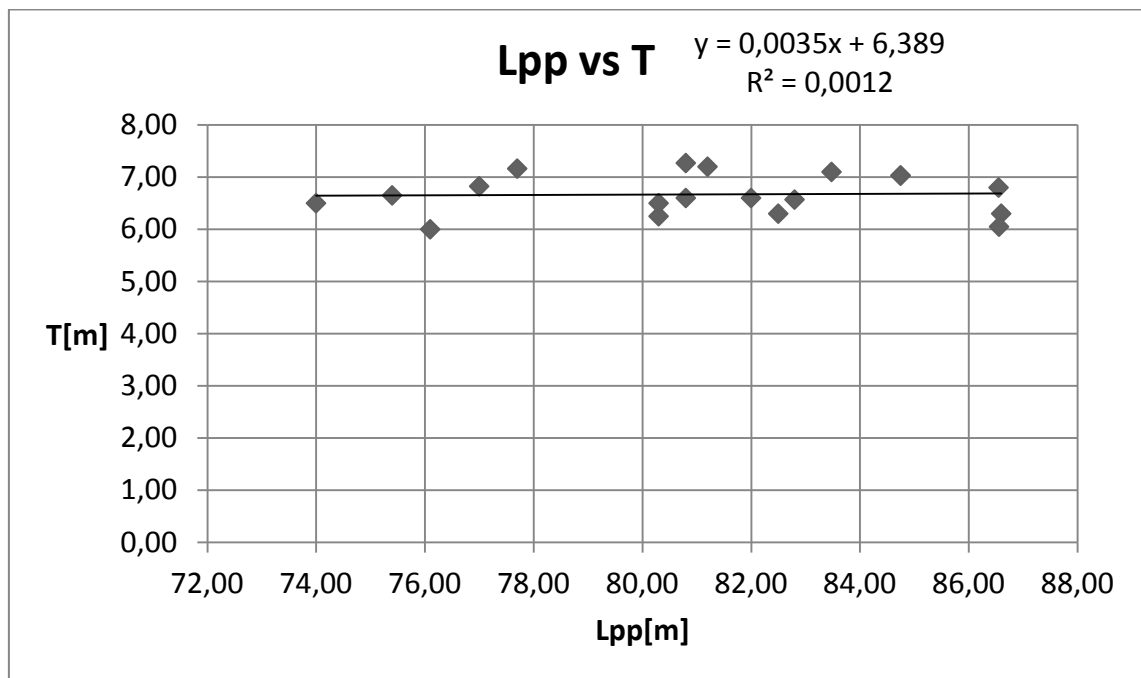
- $D = 0,535 DWT^{1/3} - 0,875; R^2 = 0,657 \rightarrow D = 8,275 \text{ m}$



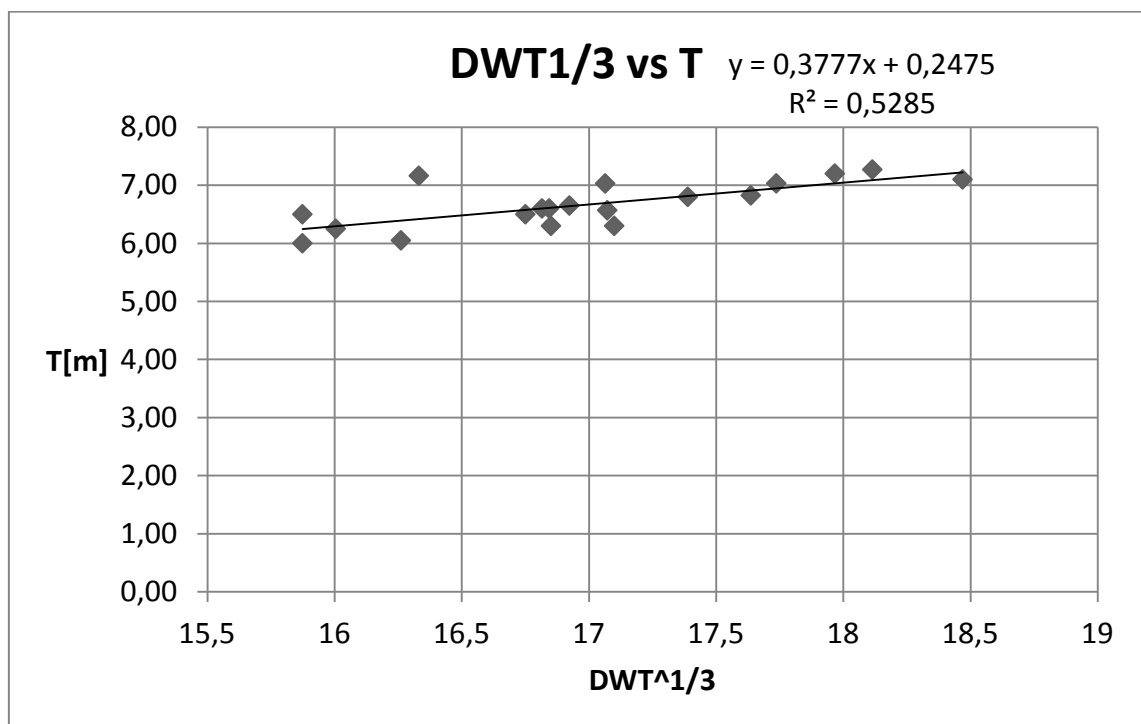
- $Lpp/D = 0,096Lpp + 2,113; R^2 = 0,277 \rightarrow D = 8,232 \text{ m}$

Tomaré inicialmente, simplificando y teniendo en cuenta el valor de dependencia de las correlaciones **D= 8,25 m.**

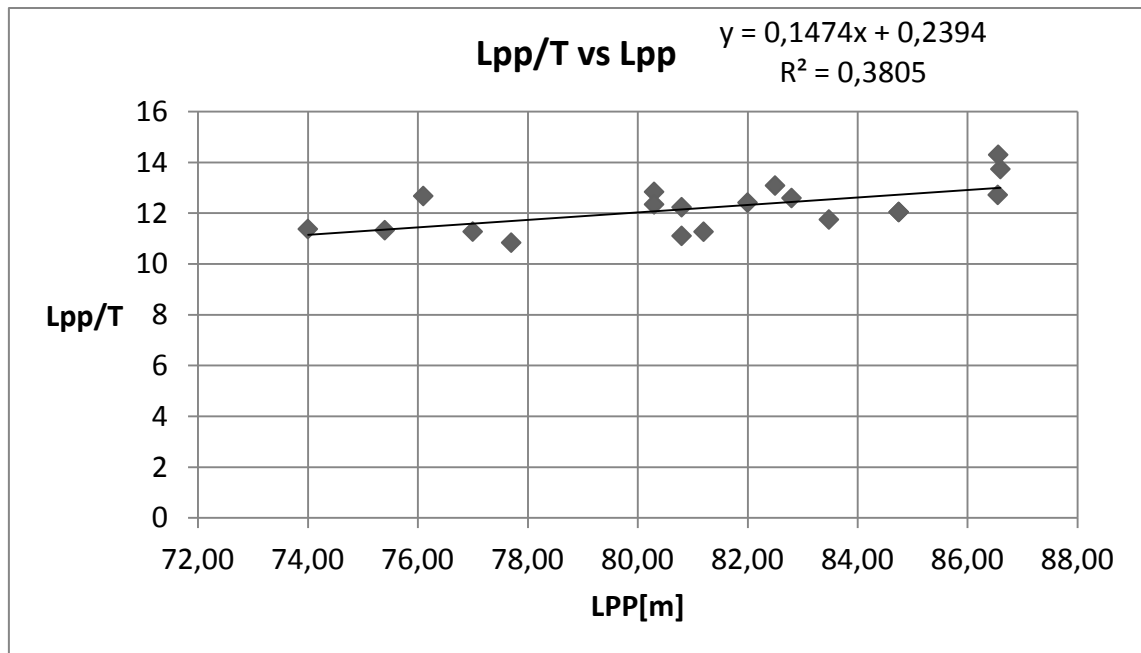
Para hallar **T**:



- $T = 0,0035Lpp + 6,389 ; R^2 = 0,0012 \rightarrow T = 6,678 \text{ m}$



- $T = 0,378DWT^{1/3} + 0,2475 ; R^2 = 0,5285 \rightarrow T = 6,706 \text{ m}$



- $Lpp/T = 0,147Lpp + 0,239 ; R^2 = 0,380 \rightarrow T = 6,653m$

Tomaré, simplificando y teniendo en cuenta el valor de dependencia de las correlaciones **T= 6,68m**.

1.4 Calculo de coeficientes:

Basándonos en la formulación expuesta en los apuntes del profesor F. Junco, así como en los libros “Proyecto básico del buque mercante” y “Practical Ship Design”, procederemos a hallar los coeficientes navales pertinentes para las dimensiones inferidas en el apartado anterior.

Comenzaremos por el *número de Froude*:

Teniendo que 12 nudos, nuestra velocidad de servicio estipulada que usaremos en este buque base previo a la elección de alternativa, equivale a 6,173 m/s y la aceleración de la gravedad terrestre se considera como 9,81 m/s²:

$$Fn_{base} = \frac{v_{base}}{\sqrt{g \cdot L_{base}}} = \frac{6,173}{\sqrt{9,81 \cdot 82,6}} = 0,217$$

A continuación calcularemos el Coeficiente de bloque a través de varias formulaciones de forma paralela para así garantizar la fiabilidad de nuestra cifra:

- Según Katsoulis, el coeficiente de bloque puede estimarse como:

$$C_b = 0,8217 \cdot f \cdot Lpp^{0,42} \cdot B^{-0,3072} \cdot T^{0,1721} \cdot V^{-0,6135}$$

Donde “f” depende del tipo de buque en particular. Este coeficiente podemos inferirlo a través de otro buque de características similares del que conozcamos todos los datos. En nuestro caso en particular, el “Havila Commander” y el “Havila Foresight”, construcciones muy parecidas al objeto del presente proyecto, suministran fortuitamente los datos necesarios para calcular el desplazamiento en su ficha.

Para el Commander: $C_b = \frac{\nabla}{LBT} = \frac{8768}{77,7 \cdot 20 \cdot 6,83} = 0,786 = 0,8217 \cdot f \cdot 77,7^{0,42} \cdot 20^{-0,3072} \cdot 6,83^{0,1721} \cdot 12,5^{-0,6135} \rightarrow f = 1,306$

Para el Foresight: $C_b = \frac{\nabla}{LBT} = \frac{8039}{86,6 \cdot 19,7 \cdot 6,3} = 0,748 = 0,8217 \cdot f \cdot 86,6^{0,42} \cdot 19,7^{-0,3072} \cdot 6,3^{0,1721} \cdot 12^{-0,6135} \rightarrow f = 1,140$

Haciendo media de ambos valores, obtenemos una **f= 1,223**. Aplicamos ahora la formula a nuestro buque base:

$$C_B = 0,8217 \cdot 1,223 \cdot 82,6^{0,42} \cdot 19,8^{-0,3072} \cdot 6,68^{0,1721} \cdot 12^{-0,6135}$$

C_B Katsoulis = 0,774

- Según la fórmula de Townsin:

$$C_B = 0,7 + 0,125 \tan^{-1}(25 \cdot (0,23 - Fn))$$

Para nuestro Fn de 0,217, obtenemos:

C_B Townsin = 0,740

Observando estos resultados, y como de diferentes resultan ser las cifras resultantes de la formulación de Katsoulis, se decide optar por la solución de Townsin redondeada: **C_B = 0,74**

Ahora procederemos con el *Coeficiente prismático longitudinal*, usando la fórmula de Troost para buques de 2 hélices y F_n menores a 0,35.

$$C_p = 1,23 - 2,12 \cdot F_n$$

$$C_p = 0,77$$

Y dado que $C_B = C_p \cdot C_M$; esto nos permite determinar:

$$C_M = 0,961$$

Coeficiente de la flotación: Usaremos la fórmula de J. Torroja, teniendo en cuenta nuestra sección en U.

$$C_F = 0,248 + 0,778 \cdot C_B$$

$$C_F = 0,824$$

Posición longitudinal del centro de carena: Según Troost

$$X_c = 20 \cdot (C_B - 0,625)$$

Donde X_c es el porcentaje sobre la L_{pp} , hacia proa, donde se sitúa el centro de carena respecto de la sección media

$$C_F = 2,3\% = 1,9 \text{ m} = 43,2 \text{ m a proa de la perpendicular de popa.}$$

A medida que se iteren las diversas variantes constructivas y se evalué su cifra de mérito, estos coeficientes serán a su vez evaluados para cada una de las distintas alternativas validas con la misma formulación.

1.5 Cálculo de la Cifra de Mérito:

Tal y como describen los autores en su libro “Proyecto básico del buque mercante”, existen diversos criterios para evaluar la conveniencia de las muchas variantes de buque que satisfacen las RPAs. Estos criterios tienen diversos enfoques, siendo algunos más adecuados para un inversor que aporta capital y se involucra en un sentido estrictamente financiero, un

armador que desea analizar el ciclo de vida o el propio astillero que debe asumir los costes de la obra. Dado nuestro enfoque a este proyecto de hipotético buque, la cifra de mérito escogida para evaluar las variantes será la de *Coste de Construcción Mínimo*, con la ventaja de que no necesita que supongamos proyecciones temporales y solo depende de los costes del buque y de estimaciones realizables en estas primeras etapas.

El *Coste de Construcción Mínimo* puede ser evaluado como:

$$CCM = CMg + CEq + CMo + CVa$$

CMg=Coste de materiales a granel, en este caso chapas y acero.

CEq= Coste de los equipos y su montaje.

CMo=Coste de la mano de obra asociada.

CVa= Costes varios asociados a la obra.

Coste de Materiales a granel:

Este apartado engloba el coste en acero necesario para montar el caso, los tecles y en general la estructura metálica del buque. Puede entenderse como:

$$CMg = cmg \cdot WST = ccs \cdot cas \cdot cem \cdot ps \cdot WST$$

- WST es el peso del acero del buque. Puede ser calculado mediante el método de productos como:

$$WST(t) = 3,444 \cdot Z^{0,69} \cdot L \cdot M \cdot N \cdot P \cdot Q$$

$$M = 1,104 - 0,016 L/B$$

$$N = 0,53 + 0,04 L/D$$

$$P = 1,98 - 0,04 L/D$$

$$Q = 1,146 - 0,0163 L/D$$

$$Z = F \cdot L^2 \cdot B(C_B + 0,7) \cdot 10^{-6} m^3$$

$$F \text{ (Para } L < 300m) = 12,32 - 1,0802 \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{3/2}$$

Que, para nuestras dimensiones iniciales, arroja una cifra de 629 t de acero.

- ccs, coeficiente de calidad del acero; entre 1,05 y 1,1. Tomaremos 1,1.
- cas, coeficiente de aprovechamiento del acero; entre 1,08 y 1,15. Tomaremos 1,11 dada las compactas características de los PSV.
- cem, coeficiente por incremento de peso debido a escalas, barandillas, etc; entre 1,03 y 1,1. Tomaremos 1,05 dado que en un PSV no son particularmente abundantes como pueden serlo en un arrastrero.
- ps, precio unitario del acero. Según referencias recientes del acero naval en España, tomaremos 800€/t.

Este coste, así como los a continuación expuestos, se exponen en una tabal resumen para todas las alternativas en el apartado 1.7 dedicado a la elección.

Coste de los equipos y su montaje

Este coste engloba el coste de adquisición de los equipos necesarios del buque, así como su montaje y el de sus servicios correspondientes:

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + CEr$$

- CEd es el coste asociado a los equipos de C/D. Es un coste fijo que no depende de las dimensiones de las alternativas, por lo que haremos una imprecisa pero suficiente estimación de necesitar 10 bombas de 14.000 € cada una. Este dato ha sido obtenido tras consultar algunos proveedores en la web y las especificaciones de buques similares.
- CEp es el coste asociado al equipo propulsivo. Puede estimarse de la forma $CEp = cep \cdot PB$, donde cep es el precio por kW instalado (400€/kW por tratarse de propulsión eléctrica). Existen diversos métodos para hacer una estimación preliminar, y revisaremos sus resultados para decidir el más fiable:

La formulación de Watson dice:

$$PB = \frac{0,889 \text{ DISW}^{2/3} (40 - Lpp/61 + 400(K - 1)^2 - 12C_B)}{15000 - 1,81N\sqrt{Lpp}} \cdot V^3$$

PB=Potencia necesaria para la propulsión en CV.

DISW=Desplazamiento

K= Constante de la formula de Alexander, proveniente de:

$$C_B = K - 0,5 V / \sqrt{3,28 Lpp}$$

V=nudos.

N= r.p.m del motor=Estimadas como 150.

Nótese que, usando la velocidad de servicio de las RPA's de 12 nudos, la potencia necesaria es muy baja comparada con la instalada en las hélices de los buques que componen nuestra base de datos. Esto se debe a que los PSV pueden dar velocidades máximas notablemente superior. En virtud de acercarnos más a las prestaciones esperadas en este tipo de buques, la V de servicio considerada en esta y posteriores formulas de este apartado será de 14,5 nudos, con lo que nos aproximaremos mejor a las capacidades reales de los buques consultados en la base de datos.

PB_{Watson} = 2826 kW

La formula de J.Mau Ref. dice:

$$PB = 0,0114 \cdot V^3 \cdot WPM^{0,55}$$

PB=Potencia necesaria para la propulsión en CV.

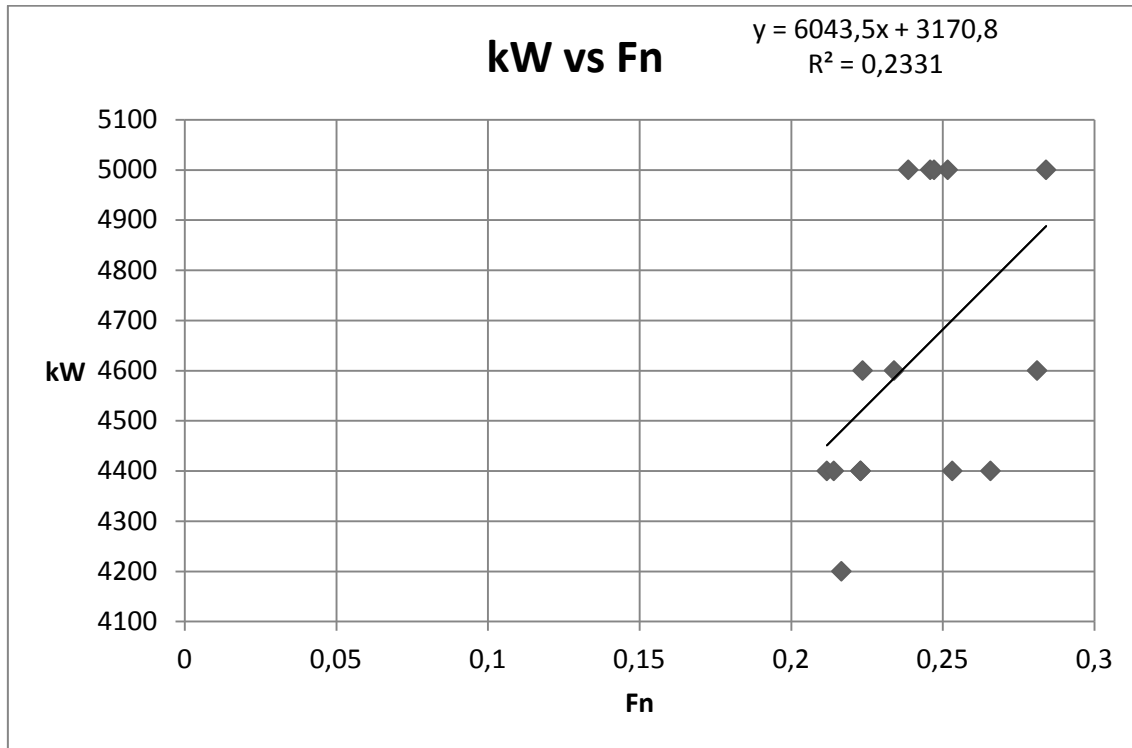
V=nudos

WPM=Peso muerto (t).

Nótese que en esta fórmula, no existe dependencia alguna de las dimensiones del buque, y por tanto no sería de mucha utilidad al estudiar diversas alternativas a velocidad y peso muerto prefijados.

PB_{J.Mau} = 2805 kW

Se ha tratado de establecer una regresión linear entre el número de froude a la velocidad de servicio y la potencia propulsora instalada, con el siguiente resultado:



$$kW = 6043,5Fn + 3170 ; R^2 = 0,233 \rightarrow \mathbf{kW= 7217}$$

Y por último, se ha recurrido a una estimación preliminar usando el software de Hydrocomp Navcad 2012. Dada la fiabilidad de la computación sobre estimaciones preliminares, esta será el método que usaremos para analizar más en detalle la alternativa elegida.

Teniendo en cuenta que este es un enfoque preliminar para comparar la variación de costes de la potencia instalada al variar las dimensiones principales, y por tanto debe ser fácilmente computable en función de esos datos, decide usarse la formulación de Watson para el propósito de la estimación de potencia en los costes. Se tiene en cuenta que la potencia que ofrecen estas formulas teóricas es muy inferior a lo que se observa en los buques de nuestra base de datos, y por tanto una vez elegida una cifra de merito, se revisara a fondo usando software de cálculo naval.

- CHf representa el coste de la habitación y fonda, pudiendo estimarse como:

$$CHf = chf \cdot nch \cdot nT$$

Con chf siendo el coste unitario por persona de 35.000 € ; nch el coeficiente de calidad de la habitación entre 0,9 y 1,2. Tomaremos 1,1 en nuestro caso. El nT, número de tripulantes, se especifica en las RPAS, 30. Este será por tanto un coste fijo que no variara entre las alternativas, con un valor de: 1.155.000€

- CEr representa el coste del equipo restante. Como en esta etapa aun desconocemos detalles, haremos una estimación del género:

$$CEr = cpe \cdot pst \cdot WEr$$

Con cpe siendo un coeficiente entre 1,25 y 1,35 asociado al coste del equipo; Elegiremos 1,3. El término pst es el coste unitario del acero usado anteriormente como “cmg”. WEr es el peso asignado a estos equipos, y se tomara como:

$$WEr = 0,445 \cdot L^{1/3} \cdot B^{0,8} \cdot D^{0,3}$$

Coste de la mano de obra asociada:

Este es un coste muy variable y difícil de determinar. En lo que a este momento del proyecto y cifra respecta, se tomara como un coste linealmente proporcional al peso.

$$CMo = chm \cdot csh \cdot WST$$

Con chm el coste de la hora trabajada, y csh el número de horas necesarias por tonelada de acero. Tomaremos chm como 37€ tras hacer una breve consulta, y csh como 90 h/t.

Costes varios:

Engloba todo aquello no considerado en los párrafos anteriores, y puede suponerse como un 10% adicional sobre el Coste de Construcción Mínimo.

Como comentario, añadiremos la consideración de que no se ha contemplado el coste del sistema de posicionamiento dinámico. Es quizás el coste más significativo de toda la obra, pero dado que su adquisición apenas escalara al variar las dimensiones, así como la dificultad para estimar una cifra en estas primeras fases de definición, se opta por omitir un presupuesto del mismo.

1.6 Validación técnica de las alternativas:

Como alternativas constructivas, se ha decidido variar la eslora del buque base en un $\pm 10\%$ en 21 pasos diferentes, y dentro de cada una de estas alternativas, se ha variado de la misma forma la manga base. D y T se infieren asumiendo que se cumple la relación $L_b \cdot B_b \cdot D_b = L_i \cdot B_i \cdot D_i$ así como $L_b \cdot B_b \cdot T_b = L_i \cdot B_i \cdot T_i$. El subíndice “b” denota al buque base expuesto en el apartado 1.3, y el subíndice “i” la iteración de la alternativa.

Basándonos en el rango de la base de datos confeccionada, las exigencias del espacio en cubierta así como de las indicaciones al respecto de un artículo sobre Supplys de Luis Pérez Rojas, se han descartado todas las alternativas que no cumplan los siguientes criterios comunes a este tipo de buque:

$$\begin{aligned}
 4 &< L_i/B_i < 4,5 \\
 2,222 &< B_i/D_i < 2,561 \\
 2,769 &< B_i/T_i < 3,127 \\
 1,6 &< D_i - T_i < 1,4 \\
 A_{\text{cub}} &= 70\%L_{\text{pp}} \cdot 90\%B < 1050\text{m}^2
 \end{aligned}$$

Quedando, por tanto, 30 variantes técnicamente satisfactorias de todas las iteraciones.

Nº	L[m]	B[m]	D[m]	T[m]	L/B	B/D	B/T	D-T[m]	A. Cub[m2]
1	80,948	20,196	8,253	6,683	4,008	2,447	3,022	1,571	1132,934
2	80,948	19,998	8,335	6,749	4,048	2,399	2,963	1,586	1121,827
3	82,6	20,196	8,088	6,549	4,090	2,497	3,084	1,539	1156,055
4	82,6	19,998	8,168	6,614	4,130	2,448	3,024	1,554	1144,722
5	82,6	19,8	8,250	6,680	4,172	2,400	2,964	1,570	1133,388
6	82,6	19,602	8,333	6,747	4,214	2,352	2,905	1,586	1122,054
7	83,426	20,196	8,008	6,484	4,131	2,522	3,115	1,524	1167,616
8	83,426	19,998	8,087	6,548	4,172	2,473	3,054	1,539	1156,169
9	83,426	19,8	8,168	6,614	4,213	2,424	2,994	1,554	1144,722
10	83,426	19,602	8,251	6,681	4,256	2,376	2,934	1,570	1133,274
11	83,426	19,404	8,335	6,749	4,299	2,328	2,875	1,586	1121,827
12	84,252	19,998	8,008	6,484	4,213	2,497	3,084	1,524	1167,616
13	84,252	19,8	8,088	6,549	4,255	2,448	3,023	1,539	1156,055
14	84,252	19,602	8,170	6,615	4,298	2,399	2,963	1,555	1144,495
15	84,252	19,404	8,253	6,683	4,342	2,351	2,904	1,571	1132,934
16	84,252	19,206	8,338	6,752	4,387	2,303	2,845	1,587	1121,374
17	85,078	19,998	7,930	6,421	4,254	2,522	3,114	1,509	1179,063
18	85,078	19,8	8,010	6,485	4,297	2,472	3,053	1,524	1167,389
19	85,078	19,602	8,091	6,551	4,340	2,423	2,992	1,540	1155,715
20	85,078	19,404	8,173	6,618	4,385	2,374	2,932	1,555	1144,041
21	85,078	19,206	8,257	6,686	4,430	2,326	2,873	1,571	1132,368
22	85,078	19,008	8,343	6,756	4,476	2,278	2,814	1,588	1120,694
23	85,904	19,8	7,933	6,423	4,339	2,496	3,083	1,510	1178,723
24	85,904	19,602	8,013	6,488	4,382	2,446	3,021	1,525	1166,936
25	85,904	19,404	8,095	6,554	4,427	2,397	2,961	1,540	1155,149
26	85,904	19,206	8,178	6,622	4,473	2,348	2,900	1,556	1143,361
27	86,73	19,8	7,857	6,362	4,380	2,520	3,112	1,495	1190,057
28	86,73	19,602	7,937	6,426	4,425	2,470	3,050	1,510	1178,156
29	86,73	19,404	8,017	6,492	4,470	2,420	2,989	1,526	1166,256
30	87,556	19,602	7,862	6,366	4,467	2,493	3,079	1,496	1189,377

1.7 Definición, cálculo y elección de las alternativas:

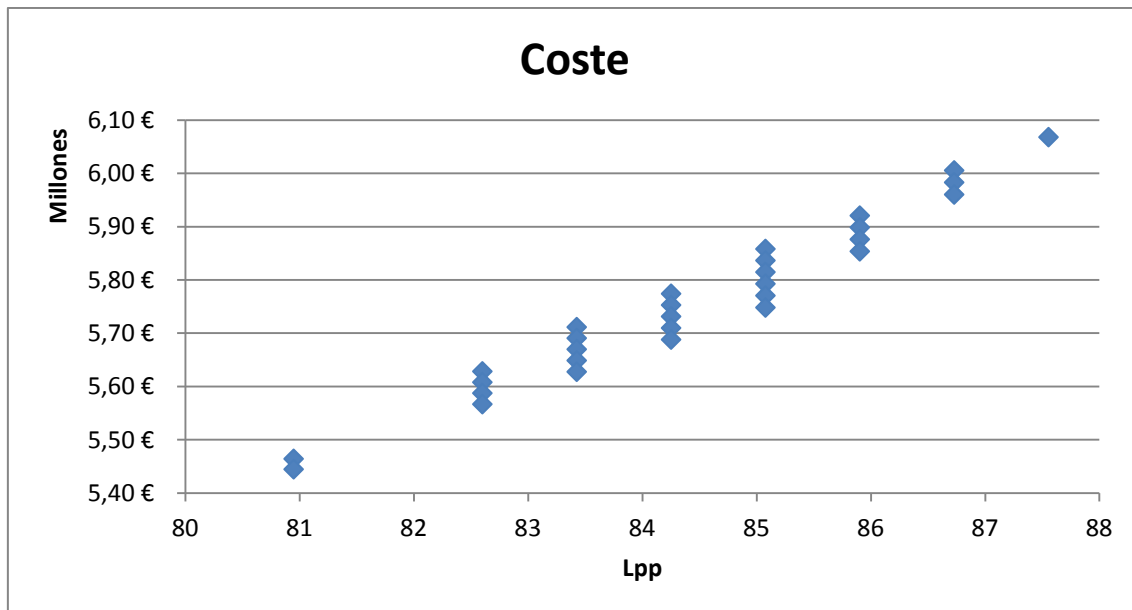
A continuación, y aplicando la metodología expuesta en los apartados anteriores, se muestra una tabla que resume los coeficientes navales y diversas partidas de coste para nuestras 30 alternativas viables. Se recuerda que X_c está tomada en metros desde la perpendicular de popa.

Nº	F_n	C_b	C_p	C_m	C_f	X_c Ppp
1	0,219	0,733	0,766	0,958	0,819	42,23
2	0,219	0,733	0,766	0,958	0,819	42,23
3	0,217	0,740	0,770	0,960	0,823	43,19
4	0,217	0,740	0,770	0,960	0,823	43,19
5	0,217	0,740	0,770	0,960	0,823	43,19
6	0,217	0,740	0,770	0,960	0,823	43,19
7	0,216	0,743	0,773	0,961	0,826	43,68
8	0,216	0,743	0,773	0,961	0,826	43,68
9	0,216	0,743	0,773	0,961	0,826	43,68
10	0,216	0,743	0,773	0,961	0,826	43,68
11	0,216	0,743	0,773	0,961	0,826	43,68
12	0,215	0,746	0,775	0,962	0,828	44,16
13	0,215	0,746	0,775	0,962	0,828	44,16
14	0,215	0,746	0,775	0,962	0,828	44,16
15	0,215	0,746	0,775	0,962	0,828	44,16
16	0,215	0,746	0,775	0,962	0,828	44,16
17	0,214	0,748	0,777	0,963	0,830	44,64
18	0,214	0,748	0,777	0,963	0,830	44,64
19	0,214	0,748	0,777	0,963	0,830	44,64
20	0,214	0,748	0,777	0,963	0,830	44,64
21	0,214	0,748	0,777	0,963	0,830	44,64
22	0,214	0,748	0,777	0,963	0,830	44,64
23	0,213	0,751	0,779	0,964	0,832	45,12
24	0,213	0,751	0,779	0,964	0,832	45,12
25	0,213	0,751	0,779	0,964	0,832	45,12
26	0,213	0,751	0,779	0,964	0,832	45,12
27	0,212	0,754	0,781	0,965	0,834	45,60
28	0,212	0,754	0,781	0,965	0,834	45,60
29	0,212	0,754	0,781	0,965	0,834	45,60
30	0,211	0,756	0,783	0,965	0,836	46,08

Nº	WST (t)	CMg	PB	CEp	Wer (t)	Cer	Cmo	Cva	CC
1	604,7	620.253,61 €	2807	1.122.869,89 €	40,1	41.750,59 €	2.013.810,42 €	496.768,45 €	5.464.452,97 €
2	600,7	616.111,73 €	2807	1.122.869,89 €	39,9	41.545,43 €	2.000.362,76 €	494.988,98 €	5.444.878,79 €
3	637,5	653.862,50 €	2823	1.129.327,07 €	40,2	41.778,72 €	2.122.930,20 €	511.689,85 €	5.628.588,33 €
4	633,3	649.556,36 €	2823	1.129.327,07 €	40,0	41.573,42 €	2.108.949,22 €	509.840,61 €	5.608.246,67 €
5	629,1	645.216,46 €	2823	1.129.327,07 €	39,8	41.367,10 €	2.094.858,64 €	507.976,93 €	5.587.746,20 €
6	624,8	640.842,84 €	2823	1.129.327,07 €	39,6	41.159,74 €	2.080.658,56 €	506.098,82 €	5.567.087,03 €
7	654,2	670.954,39 €	2831	1.132.273,16 €	40,2	41.792,58 €	2.178.423,36 €	519.244,35 €	5.711.687,84 €
8	649,9	666.568,87 €	2831	1.132.273,16 €	40,0	41.587,21 €	2.164.184,64 €	517.361,39 €	5.690.975,26 €
9	645,6	662.147,59 €	2831	1.132.273,16 €	39,8	41.380,82 €	2.149.829,83 €	515.463,14 €	5.670.094,54 €
10	641,2	657.690,59 €	2831	1.132.273,16 €	39,6	41.173,40 €	2.135.359,06 €	513.549,62 €	5.649.045,83 €
11	636,9	653.197,91 €	2831	1.132.273,16 €	39,4	40.964,92 €	2.120.772,44 €	511.620,84 €	5.627.829,27 €
12	666,7	683.766,48 €	2838	1.135.026,18 €	40,0	41.600,87 €	2.220.021,05 €	524.941,46 €	5.774.356,05 €
13	662,3	679.265,84 €	2838	1.135.026,18 €	39,8	41.394,41 €	2.205.408,58 €	523.009,50 €	5.753.104,52 €
14	657,9	674.727,39 €	2838	1.135.026,18 €	39,6	41.186,92 €	2.190.673,35 €	521.061,38 €	5.731.675,23 €
15	653,4	670.151,17 €	2838	1.135.026,18 €	39,4	40.978,38 €	2.175.815,49 €	519.097,12 €	5.710.068,35 €
16	648,9	665.537,22 €	2838	1.135.026,18 €	39,2	40.768,77 €	2.160.835,12 €	517.116,73 €	5.688.284,02 €
17	683,6	701.142,58 €	2844	1.137.584,57 €	40,0	41.614,40 €	2.276.436,93 €	532.577,85 €	5.858.356,32 €
18	679,2	696.564,81 €	2844	1.137.584,57 €	39,8	41.407,88 €	2.261.574,07 €	530.613,13 €	5.836.744,46 €
19	674,6	691.947,05 €	2844	1.137.584,57 €	39,6	41.200,32 €	2.246.581,33 €	528.631,33 €	5.814.944,59 €
20	670,1	687.289,32 €	2844	1.137.584,57 €	39,4	40.991,70 €	2.231.458,85 €	526.632,44 €	5.792.956,89 €
21	665,5	682.591,68 €	2844	1.137.584,57 €	39,2	40.782,03 €	2.216.206,76 €	524.616,50 €	5.770.781,54 €
22	660,9	677.854,16 €	2844	1.137.584,57 €	39,0	40.571,27 €	2.200.825,19 €	522.583,52 €	5.748.418,70 €
23	696,2	714.037,80 €	2850	1.139.948,13 €	39,8	41.421,21 €	2.318.304,53 €	538.271,17 €	5.920.982,84 €
24	691,6	709.343,08 €	2850	1.139.948,13 €	39,6	41.213,59 €	2.303.061,95 €	536.256,67 €	5.898.823,42 €
25	687,0	704.606,11 €	2850	1.139.948,13 €	39,4	41.004,91 €	2.287.682,18 €	534.224,13 €	5.876.465,46 €
26	682,3	699.826,93 €	2850	1.139.948,13 €	39,2	40.795,16 €	2.272.165,36 €	532.173,56 €	5.853.909,14 €
27	713,4	731.677,78 €	2855	1.142.117,89 €	39,8	41.434,43 €	2.375.577,21 €	545.980,73 €	6.005.788,04 €
28	708,7	726.908,72 €	2855	1.142.117,89 €	39,6	41.226,74 €	2.360.093,23 €	543.934,66 €	5.983.281,23 €
29	704,0	722.094,99 €	2855	1.142.117,89 €	39,4	41.017,99 €	2.344.464,24 €	541.869,51 €	5.960.564,61 €
30	726,0	744.636,87 €	2860	1.144.095,94 €	39,7	41.239,76 €	2.417.652,19 €	551.662,48 €	6.068.287,24 €

Recuérdese que los costes de los equipos de C/D, Habilitación y fonda son tomados como costes fijos de 14.000€ y 1.115.000€ respectivamente.

A continuación se muestra un grafico que resume el coste de las diversas alternativas según la eslora, la dimensión más cara.



Se observa que las alternativas más baratas corresponden a un par de puntos significativamente alejados de la nube. Dada la significativa reducción de dimensiones de estas variantes, y los problemas técnicos que pueden surgir por elegir las dimensiones lo más reducidas posibles, desecharemos estos dos puntos.

Nuestro buque base, inicialmente dimensionado a través de las regresiones, resulta ser una alternativa atractiva tan solo con un coste de 40.000 € a la más barata posible. Será por tanto, nuestra alternativa elegida, la **número 5** resaltada en las tablas de costes. Sus datos se resumen a continuación.

L [m]	82,6
B [m]	19,8
T [m]	6,68
D [m]	8,25
Area Cub.[m²]	1133
Fn	0,217
Cb	0,740
Cp	0,770
Cm	0,960
Cf	0,823
Xcc[m]	43,19
Peso acero[t]	629
Pot. Prop. [kW]	2823
Coste	5.587.746,20 €

1.8 Validación técnica de la solución más favorable:

Ahora que nuestro buque base está mejor definido, pasaremos a analizar un poco más pormenorizadamente algunas de sus principales características, aún dentro del enfoque de un proyecto preliminar. Calcularemos los principales pesos, la potencia propulsora y el francobordo, así como comprobar que se cumplen los requerimientos de autonomía y carga útil.

Para determinar la potencia propulsora con mayor detalle, usaremos el software Hydrocomp Navcad 2012.

Este software integra muchas de las formulaciones típicas de ingeniería naval, pudiendo inferir o aproximar ciertos factores que aún no han sido definidos en esta fase de proyecto mientras le proporcionemos otros que si se han establecido. A continuación se presentan los datos exportados del programa:

Propulsion

12 abr 2016 01:39

HydroComp NavCad 2012

Project ID **PSV 5000**

Description

File name **Primera estimación.hcnc****Analysis parameters**

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	4000,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,422	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,00	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[On]		
Effective diam:	2,360		
Recess depth:	2,950		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,26	0,77	4,17	2,96
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

	HULL-PROPULSOR				ENGINE			
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]		
5,00	114,6	0,4473	0,3583	1,0233	47	92,9		
8,00	437,2	0,4405	0,3495	1,0139	74	347,2		
10,00	844,1	0,4362	0,3436	1,0076	92	667,5		
12,00	1579,9	0,4320	0,3378	1,0014	113	1273,3		
14,00	3107,2	0,4278	0,3319	0,9951	142	2648,8		
+ 14,50 +	3672,5	0,4267	0,3304	0,9935	150	3184,8		
15,00	4286,3	0,4257	0,3289	0,9920	158	3772,8		
15,50	5007,0	0,4246	0,3275	0,9904	167	4480,0		
16,00	5954,2	0,4236	0,3260	0,9889	177	5452,3		
17,00	9014,5	0,4215	0,3231	0,9857	205	8880,9		
	POWER DELIVERY							
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
5,00	51	17,50	91,0	92,9	185,7	185,7	---	
8,00	79	41,54	340,2	347,2	694,4	694,4	482,0	
10,00	99	63,78	654,2	667,5	1335,0	1335,0	313,3	
12,00	122	98,14	1247,9	1273,3	2546,7	2546,7	197,1	
14,00	153	161,54	2595,8	2648,8	5297,6	5297,6	110,5	
+ 14,50 +	162	183,19	3121,1	3184,8	6369,6	6369,6	95,2	
15,00	170	205,54	3697,4	3772,8	7545,7	7545,7	83,2	
15,50	180	231,03	4390,4	4480,0	8960,0	8960,0	72,4	
16,00	191	264,31	5343,2	5452,3	10904,5	10904,5	61,4	
17,00	221	369,99	8703,2	8880,9	17761,7	17761,7	40,0	
	EFFICIENCY		THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
5,00	0,5297	0,6168	34,70	44,53				
8,00	0,5450	0,6296	81,65	106,23				
10,00	0,5500	0,6323	124,99	164,08				
12,00	0,5422	0,6204	193,22	255,92				
14,00	0,5151	0,5865	322,86	431,43				
+ 14,50 +	0,5070	0,5766	367,63	492,33				
15,00	0,5001	0,5681	413,87	555,47				
15,50	0,4926	0,5588	466,83	627,92				
16,00	0,4819	0,5460	536,63	723,38				
17,00	0,4490	0,5075	761,32	1030,75				

Report ID20160412-1339

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

12 abr 2016 01:39

HydroComp NavCad 2012

Project ID **PSV 5000**

Description

File name **Primera estimación.hcnc****Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
5,00	0,4196	0,1841	0,02321	1,0459	0,31423	2,6634	4,9132	7,45e6	
8,00	0,4355	0,1780	0,02264	0,93821	0,27398	2,3891	4,3236	1,16e7	
10,00	0,4409	0,1759	0,02244	0,90507	0,26192	2,3047	4,1589	1,45e7	
12,00	0,4326	0,1791	0,02274	0,95715	0,28094	2,4374	4,4889	1,78e7	
14,00	0,4049	0,1898	0,02374	1,1579	0,35772	2,9484	5,7517	2,24e7	
+ 14,50 +	0,3968	0,1928	0,02402	1,2246	0,38442	3,1183	6,1907	2,37e7	
15,00	0,3901	0,1954	0,02426	1,2835	0,40848	3,2685	6,5885	2,49e7	
15,50	0,3829	0,1981	0,02451	1,351	0,43653	3,4403	7,0521	2,63e7	
16,00	0,3728	0,2018	0,02485	1,4522	0,47964	3,698	7,7607	2,79e7	
17,00	0,3427	0,2128	0,02586	1,8119	0,64232	4,6141	10,426	3,23e7	
SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
5,00	128,11	22,56	4,50	10,64	0,113	5,46	2,0	2,0	2445,4
8,00	48,84	9,27	1,84	16,61	0,167	12,84	2,0	2,0	2474,7
10,00	30,78	5,98	1,19	20,67	0,218	19,66	2,0	2,0	2484,6
12,00	21,06	3,94	0,78	25,47	0,298	30,39	2,3	2,3	2469,3
14,00	15,24	2,50	0,50	31,98	0,453	50,78	6,0	6,0	2418,7
+ 14,50 +	14,16	2,23	0,45	33,86	0,506	57,82 !	7,7	7,7	2404,3
15,00	13,18	2,01	0,40	35,69	0,561	65,09 !!	9,8	9,8	2392,3
15,50	12,30	1,80	0,36	37,64	0,624	73,42 !!	12,4	12,4	2379,5
16,00	11,50	1,60	0,32	39,98	0,706	84,40 !!	16,4	16,4	2361,7
17,00	10,12	1,19	0,24	46,37	0,973	119,74 !!	34,2 !!	34,2	2309,6

Report ID20160412-1339

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

12 abr 2016 01:40

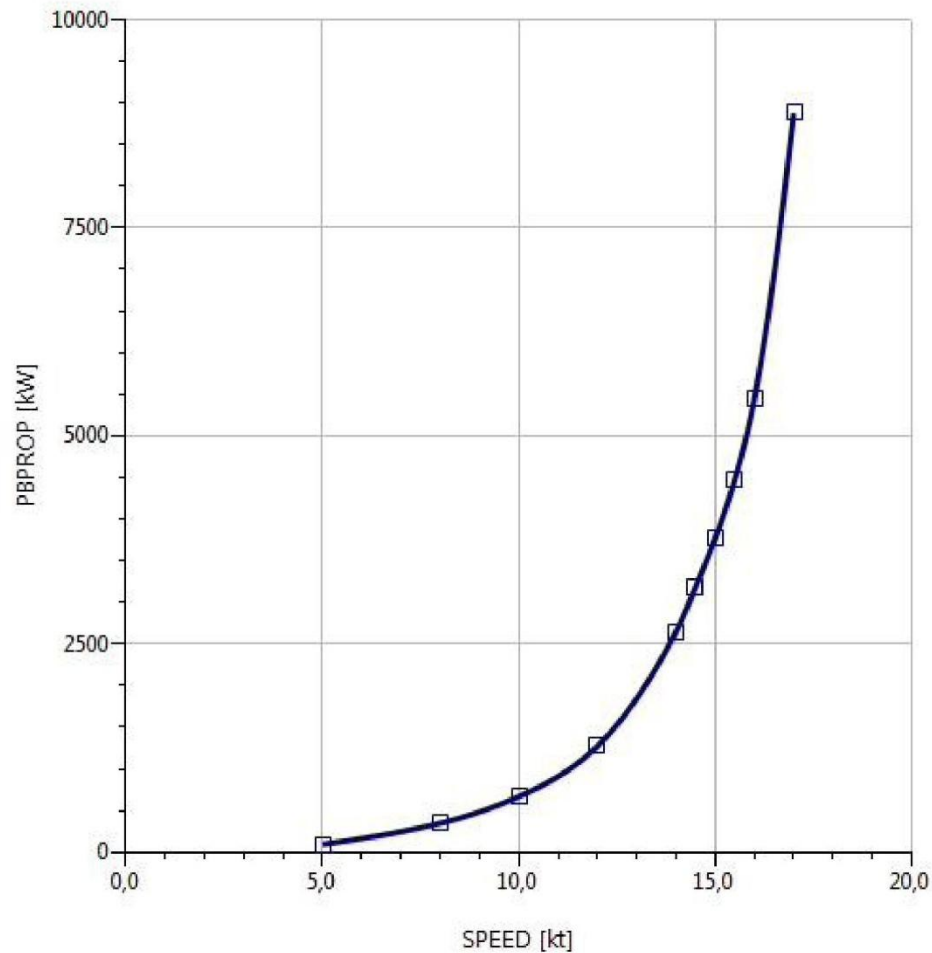
HydroComp NavCad 2012

Project ID **PSV 5000**

Description

File name **Primera estimación.hcnc****Analysis parameters**

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	4000,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,422	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,00	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[On]		
Effective diam:	2,360		
Recess depth:	2,950		

Predicted propulsion

Report ID20160412-1340

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Nuestros datos insertados han sido los presentados como conclusión del apartado 1.7, y diversas estimaciones iniciales tales como una influencia del 2% en la resistencia al avance debida al bulbo, hélices de cuatro palas, los rendimientos entre motor y hélice típicos en un sistema de propulsión eléctrica, un margen de mar del 15%, etc. Para el cálculo de la potencia así como de otros datos necesarios (superficie mojada, factor de forma...) hemos especificado al programa que use la formulación de Holtrop. Se ha dado un rango de velocidades de los 5 a los 17 nudos. Tras observar las disposiciones generales de los buques de referencia de la base de datos, se ha determinado como adecuada una estimación del diámetro máximo de la hélice de 4000mm, un área sumergida del espejo aproximada de $15,9\text{m}^2$ y un bulbo a 85 m del espejo de popa y $126,6\text{m}^2$ de área transversal. En dicho bulbo existirá un túnel con hélice entubada, cuyas dimensiones estimadas son de 2,36 m de diámetro y una semimanga de 2,95m.

Como conclusión, la potencia necesaria para propulsar al buque a una velocidad de 14,5 nudos será de 6473 kW.

A mayores necesitaremos considerar la potencia eléctrica que consumirá el barco para funciones no propulsivas. Para ello miraremos el “Havila Favour”, buque muy similar al de este proyecto pero con propulsión diesel. Tomamos como referencia la potencia de sus generadores eléctricos de 3520 kW.

Obtenemos al final una potencia instalada, aproximada, de 10.000 kW

En el cálculo de los pesos, observaremos tanto el desplazamiento como el peso muerto como el peso en rosca. Si en estos cálculos surge alguna incoherencia entre las partidas, significa que en algún momento se ha cometido un error y debe ser subsanado antes de que el proyecto avance.

Desplazamiento:

El desplazamiento es muy sencillo de hallar:

$$\Delta = \rho \cdot C_b \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T = 1,025 \cdot 0,740 \cdot 82,6 \cdot 19,8 \cdot 6,68 = \mathbf{8286,61 \text{ t}}$$

Peso muerto:

Tal y como se establece en el “Proyecto básico del buque mercante” el peso muerto se desglosa en:

- Carga útil
- Consumos
- Tripulación y pasaje
- Pertrechos

Carga útil:

En el caso de este PSV, en las RPA's figura el peso muerto como 5000 t. Se calculara entonces las partidas de consumos, tripulación y pertrechos para que la carga útil se defina con la diferencia restante.

Consumos:

Los consumos están en función de la autonomía. En nuestro caso, definida como 62 dias de marcha. Engloban *combustible, aceite, agua dulce y viveres*.

- *Combustible:*

Teniendo un cuenta el valor típico de consumo para equipos generadores diesel de 190 gkW/h, haremos una aproximación a la cantidad de combustible que es necesario transportar para cumplir nuestro requerimiento de autonomía. Estimaremos una densidad del gasoil típica de 0,85t/m³, habida cuenta de cómo varia este valor en función de la calidad del suministrador, la temperatura ambiental...

$$190 \frac{\text{g}}{\text{kW} \cdot \text{h}} \cdot 62 \text{ dias} \cdot 24 \text{ horas} \cdot 10.000 \text{ kW} \cdot 10^{-6} = \mathbf{2827,77 \text{ t}}$$

- *Aceites:*

Las necesidades de aceite dependen casi exclusivamente de las especificaciones concretas del fabricante del equipo consumidor y de los sistemas hidráulicos implementados a bordo. Como en esta fase se carece

de tal detalle, se seguirá la sugerencia del libro de proyecto básica, y tomaremos una necesidad con valor del 3 o 4% del peso del combustible. Teniendo en cuenta un tanque de almacenamiento de idéntica capacidad, separado del de servicio:

$$2828 \cdot 0,035 = \mathbf{99\ t}$$

- *Agua dulce: “Especificar que esta partida es exclusivamente de consumo propio”*

Es necesario aclarar que en esta partida se considera únicamente el agua dulce destinada a consumo propio, y no aquella que se entrega a la plataforma.

Consultando la norma UNE EN ISO 15748; se menciona que en el ámbito offshore se gastan 350 litros por persona y día, lo que nos da un número de 615000 litros. Tendremos **651 t**

- *Víveres:*

El libro hace mención a unos 5 kg por persona y día en un buque mercante, y 15 kg por persona y día en buques de pasaje. El buque actualmente en proyecto no es un buque de pasaje, pero uno de sus principales cometidos es el transporte de personal. Asumiremos un valor medio de 10 kg, con lo que asumiremos un peso de **18,6 t**

Sumando estas partidas, tendremos bajo el epígrafe de *consumos* un peso de **3569,37 t**.

Tripulación y pasaje:

El libro hace mención a unos 125 kg por persona para la tripulación y entre unos 125 y 200 kg para pasaje. Tal y como estipula la OMI, todo buque que transporte más de 12 personas no tripulante será considerado buque de pasaje y se les aplicara la normativa pertinente. Para evitar esto y ser tratada como una SPS (Special Purpose Ship), el personal que embarca para ser transferido a la plataforma es denominado “personal especial”:

2 Special personnel

2.1 “Special personnel” means all persons (who are not passengers or members of the crew) that are carried on board in connection with the special purpose of that ship or because of special work being carried out onboard that ship, when the ship is certified as a SPS.

2.2 In this context, “crew” means all persons carried to provide navigation and maintenance of the ship, its machinery, systems and arrangements essential for propulsion and safe navigation or to provide services for other persons on board.

2.3 Special personnel may include the following, on ships in connection with such operations:

(a) scientists or technicians engaged in research or hydrographic or oceanographic surveys, and expeditionaries on non-commercial expeditions.

(b) salvage, cable-laying and pipe-laying personnel.

(c) seismic, diving, remotely operated vehicle (ROV) and other technicians in the hydrocarbon extraction or other offshore industries.

(d) technicians that work on wind and tidal turbines, or other emerging energy technologies.

2.4 The commonly used terms “special person”, “industrial personnel”, “non-marine personnel” and “charterer’s personnel” are considered synonymous with “special personnel”.

2.5 A passenger ship may carry the number of persons (which may include special personnel), as permitted by its Passenger Ship Safety Certificate.

En nuestras RPA's no se especifica la proporción de tripulación y personal especial, pero en lo que al peso respecta, podremos asumir que todos portan la misma cantidad de 125 kg. Al ser 30 personas, tendremos **3,75 t**

Pertrechos:

El libro establece que este valor perteneciente a repuestos y otras necesidades es algo que corre a cargo del armador, siendo en sí muy variable y pudiendo tomar valores entre 10 t y las 100 t. Considerando nuestro tipo de buque y queriendo hacer una estimación conservadora, tomaremos un valor de **45 t**, que quedara pendiente de mayor definición en el futuro.

La partida de peso muerto queda, por tanto, definida:

Consumos	3645t
Combustible	2828t
Aceite	99t
Agua dulce	651t
Víveres	18,6t
Tripulación	3,75t
Pertrechos	45t
	1355
Peso muerto	5000t
Carga útil	1355t

Peso en rosca:

Según establece el profesor Fernando Junco en sus notas, el peso en rosca de un buque de suministro puede ser calculado preliminarmente como:

$$WR = P_{ACERO} + P_{MAQUINARIA} + P_{EQUIPO} = 0,14 \cdot LBD + 0,03 \cdot BHP + 0,045 \cdot LBD$$

- El Peso del acero será: $0,14 \cdot 82,6 \cdot 19,8 \cdot 8,23 = \mathbf{1885 \text{ t}}$
- El peso de la maquinaria: Dadas las estimaciones anteriores de la potencia total instalada de nuestro buque, usaremos la cifra de 10000 kW
 $0,03 \cdot 10000 \cdot 1,36 = \mathbf{408 \text{ t}}$
- El peso del equipo será: $0,045 \cdot 82,6 \cdot 19,8 \cdot 8,23 = \mathbf{605,7 \text{ t}}$

Con lo que el peso en rosca serán **2898,7 t**.

En conclusión; $P_{MUERTO} + P_{ROSCA} = 5000 + 2898,7 = 7898,7 \text{ t} < 8286,61 \text{ t}$

Con lo que nos queda un margen de aproximadamente 388 t de posibles pesos no contemplados o carga a mayores, que probablemente absorban equipos como el D.P.

Ahora procederemos a estudiar el francobordo:

Nuestro francobordo, en un principio, resulta en $D - T$: 1,57 m. Ahora procederemos a verificar su validez comprobándolo con las reglas establecidas en el Convenio sobre Líneas de Carga 1966.

Antes de poder proceder, debemos determinar si nuestro buque pertenece a categoría A o B. Dado que un PSV no cumple gran parte de los requisitos del grupo A, es un buque del tipo B de forma bastante obvia. Para poder entrar en la tabla necesitamos la eslora de Francobordo, definida como la mayor de las dos siguientes: el 96% de la eslora total, o desde la roda hasta la mecha del timón, ambas medidas al 85% de la flotación. Sin embargo, en esta etapa del proyecto las formas aún no han sido proyectadas, con lo que nos conformaremos con usar la L_{pp} de 82,6m.

Interpolando entre los datos más cercanos en la tabla correspondiente consultada en “Proyecto Básico del Buque mercante”:

Eslora (m)	Frbordo. (mm)
82	923
82,6	X
83	942

Francobordo tabular a 82,6m: 934,4mm

A continuación aplicaremos todas las correcciones necesarias.

- Corrección por eslora menor a 100 metros: Aplicable a buques B de $L < 100$ m y cuya longitud de superestructura sea inferior al 35% de la eslora

Observando planos y teniendo en cuenta el criterio usado en el apartado 1.6 acerca de la superficie de cubierta, podemos establecer que la superestructura (En este PSV, únicamente castillo) supone un 30% de la eslora.

Al francobordo tabular se le añadirá la siguiente cifra:

$$C1 (mm) = 7,5(100 - L)(0,35 - E/L)$$

Donde E representa la longitud de la superestructura

$$C1 = 7,5(100 - 82,6)(0,35 - 0,3) = 6,525 \text{ mm}$$

-Corrección por coeficiente de bloque: Aplicable si $C_B > 0,68$. El francobordo tabular mas la corrección C1 serán multiplicadas por C2

$$C2 = \frac{CB85D + 0,68}{1,36}$$

$$CB85D = 1,01 C_B \text{ Para el proyecto preliminar}$$

$$C2 = \frac{1,101 \cdot 0,740 + 0,68}{1,36} = 1,050$$

$$1,050 \cdot (934,4mm + 6,525mm) = 987,347 mm$$

-Corrección por puntal: Aplicable si el puntal excede de $L/15$. En este caso $D=8,23$ y $L/15=5,5$ aprox. Por lo tanto el Francobordo se aumentara en:

$$C3 (mm) = (D - L/15)R$$

$$R = L/0,48 \text{ si } L < 120m$$

$$C3 = (8,23 - 82,6/15) \cdot (82,6/0,48) = 468,64mm$$

$$987,347mm + 468,64mm = 1455,987 mm$$

-Corrección por superestructuras: Dado que nuestro buque tiene un E/L del 30%, la sustracción "De" solo será un porcentaje de esta.

Eslora (m)	Corrección "De" (mm)
24	350
85	860
122 y más	1070

Nuestra "De" original será de 860mm

El porcentaje "Por" será, para un buque B con $E/L=0,3$: 15%

$$C4 (mm) = De \cdot Por/100$$

$$C4 = 860 \cdot 15/100 = 129 mm$$

$$1455,987 mm - 129mm = 1326,987mm$$

-Corrección por arrufo: Esta corrección está en función de la curva de arrufo de nuestro buque y de su diferencia respecto a una curva normal ya tabulada. Primero analizaremos la curva normal.

	situación	Ordenada (mm)	Factor
Popa	Perpendicular popa	$25 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) = 938$	1
	1/6 L desde la P _{PP}	$11,1 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) = 416$	3
	1/3 L desde la P _{PP}	$2,8 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) = 105$	3
	L/2	0	1
Proa	L/2	0	1
	1/3 L desde la P _{PR}	$5,6 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) = 210$	3
	1/6 L desde la P _{PR}	$22,2 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) = 833$	3
	Perpendicular proa	$50 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) = 1876$	1
Arrufo normal popa	2503		
Arrufo normal proa	5007		

Dado que nuestro buque es un PSV alrededor de los 80 m de eslora, es razonable suponer que la cubierta expuesta dedicada a la carga ha sido construida de forma paralela a la quilla, y por tanto carente de curva de arrufo. Sin embargo, la presencia del castillo requiere especial consideración. La altura normal según el convenio sería de 1,7m, y un buque muy similar al nuestro, el “Havila Commander”, tiene 5,5m. Esto implica que se deber añadir al arrufo de la mitad de proa una cantidad:

$$s(m) = \frac{y \cdot L'}{3L}$$

Con y: diferencia entre altura normal y real

L'=Eslora de la superestructura

$$s(m) = \frac{(5,5 - 1,7) \cdot 24,78}{3 \cdot 82,6} = 0,38$$

Y nuestra curva de arrufo resulta ser:

	situación	Ordenada (mm)	Factor
Popa	Perpendicular popa	0	1
	1/6 L desde la P _{pp}	0	3
	1/3 L desde la P _{pp}	0	3
	L/2	0	1
Proa	L/2	380	1
	1/3 L desde la P _{pr}	380	3
	1/6 L desde la P _{pr}	380	3
	Perpendicular proa	380	1
Arrufo normal popa	0		
Arrufo normal proa	3040		

El texto establece que, cuando haya diferencia entre las curvas, se aplicara una corrección con el siguiente proceso:

Se obtendrá la suma de los productos de las coordenadas por los factores de la tabla (ya representados en la misma), y se hallará la diferencia tanto para proa como para popa, dividiendo esta diferencia por ocho:

$$\frac{\text{Arrufo normal} - \text{Arrufo real}}{8}$$

$$\text{Popa: } \frac{2503 - 0}{8} = 313 \text{ mm defecto}$$

$$\text{Proa: } \frac{5007 - 3040}{8} = 246 \text{ mm defecto}$$

La media aritmética de los valores para proa y popa será la desviación del arrufo de cubierta: 279,5 mm

A este valor se lo multiplicará por:

$$0,75 - \frac{S_1}{2L}$$

Con S_1 siendo la longitud de la superestructura, que ya se ha estimado anteriormente como el 30% de la eslora.

Finalmente tendremos:

$$\text{Corrección por arrufo} = 246 \cdot \left(0,75 - \frac{0,3 \cdot 82,6}{2 \cdot 82,6} \right) = 167,64 \text{ mm}$$

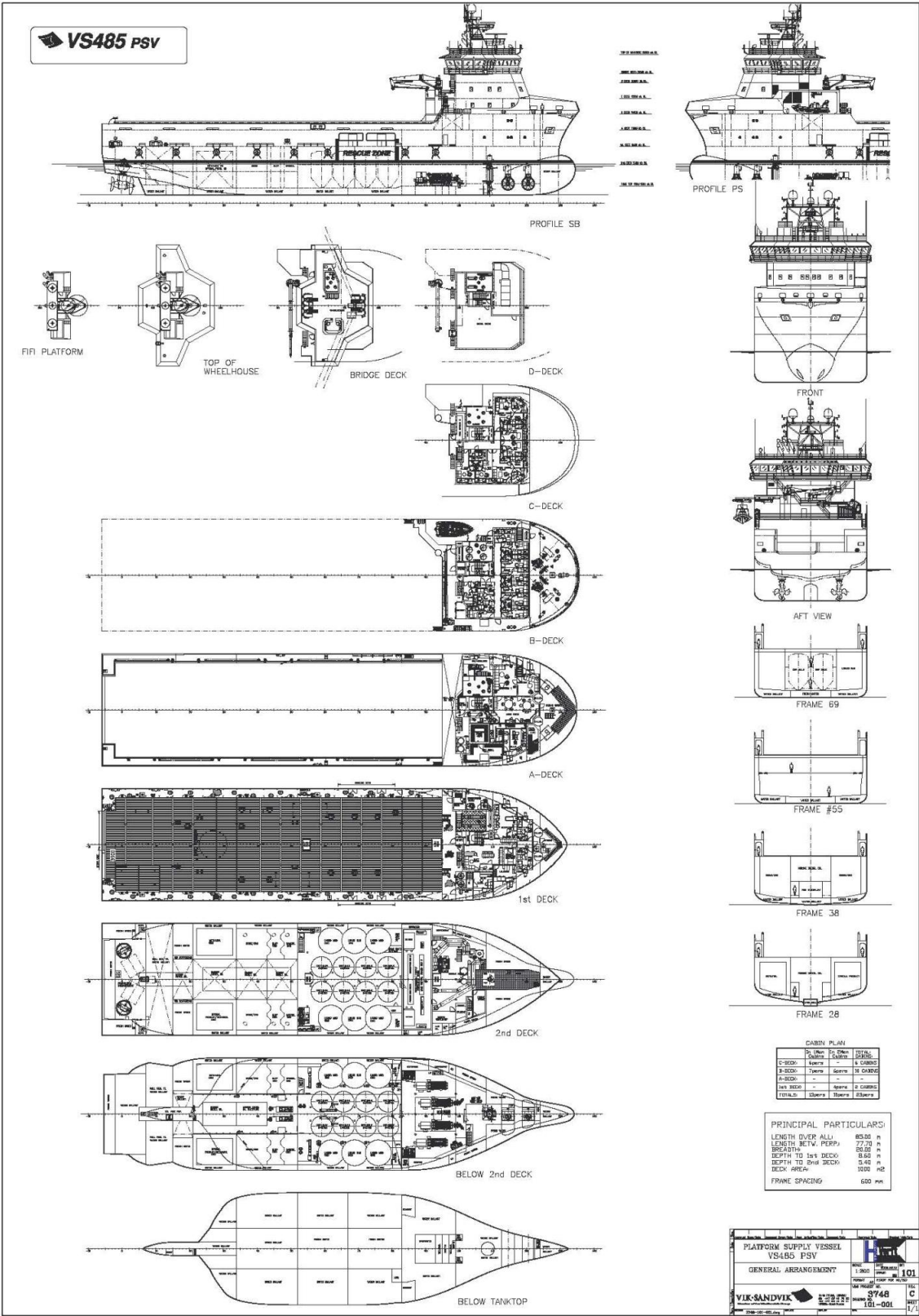
$$1327,2 \text{ mm} + 167,64 \text{ mm} = 1495 \text{ mm}$$

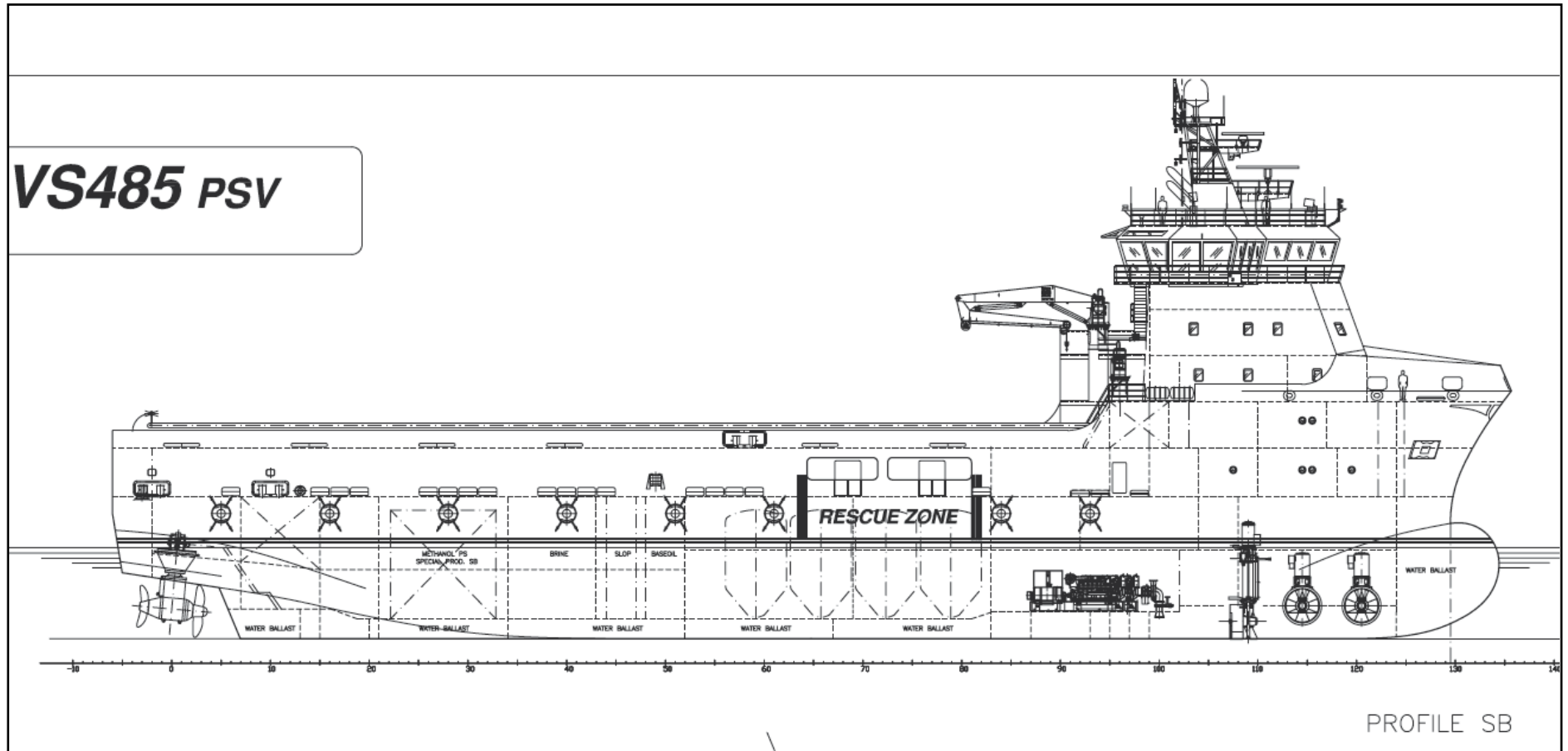
Francobordo reglamentario : **1,495 m**

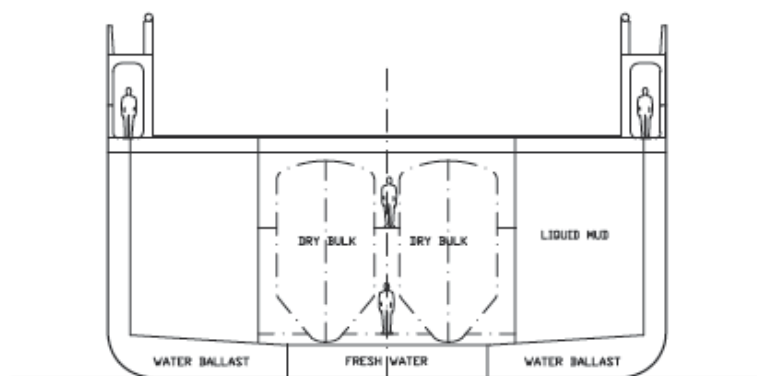
Que es menor a nuestro valor de 1,57 m, con lo que estamos seguros de cumplir la reglamentación.

1.9 Croquis preliminar:

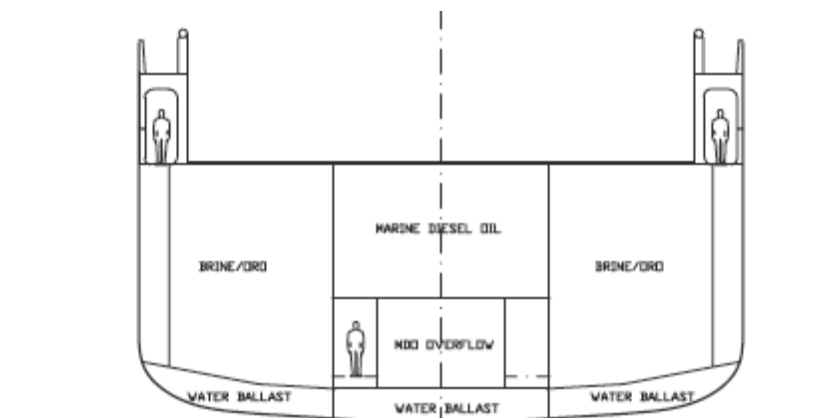
En estas etapas preliminares, nos basaremos en la referencia del Havila Commander, dada su similitud con nuestro proyecto.



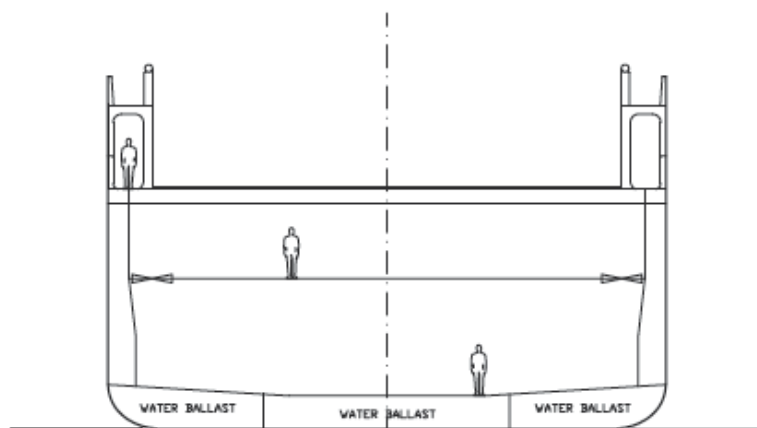




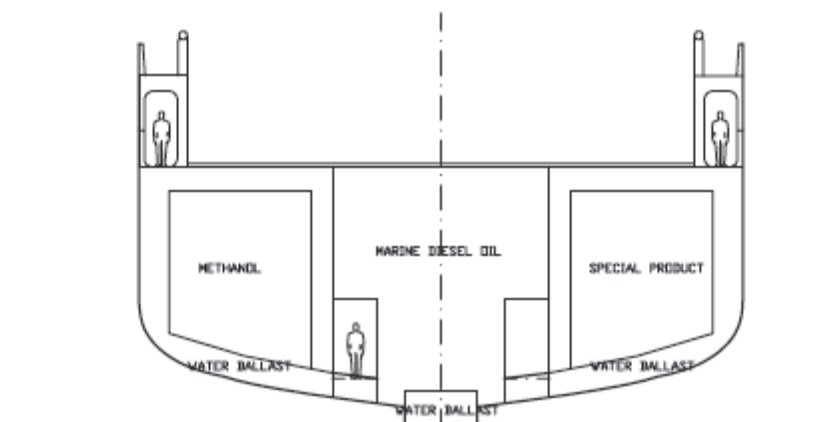
FRAME 69



FRAME 38



FRAME #55



FRAME 28

Bibliografía:

1. **Ángel Sánchez Sanjuán, Marcos Míguez Gonzalez:** *Buque de suministro a plataformas multipropósito: Inspección, mantenimiento y reparación.* TFG 2009.
2. **Carles Llorenç. Conti Mayans, Vicente Díaz Casas:** *PSV VESSEL Supply. Apoyo y reparación en plataformas 5.500 TPM* TFG 2014.
3. **Manuel Rodrigo Lopez Prado, Marcos Míguez Gonzalez:** *Buque de suministro a plataformas mar adentro: PSV 4000 TPM.* TFC 2011.
4. **Prof. Fernando Junco Ocampo:** *Proyecto de Buques y Artefactos*
5. **Ricardo Alvariño, Juan José Azpiroz, Manuel Meizoso:** *El proyecto básico del buque mercante* 2007
6. **David G. M. Watson:** *Practical Ship Design*
7. **Luis Pérez Rojas:** *Sobre los buques de suministro* 1984

Anexo 1: Tablas de cálculo de las alternativas

L	B	D	T	L/B	B/D	B/T	D-T	A. Cub
80,948	20,196	8,25330132	6,68267307	4,00812042	2,4470208	3,02214395	1,57062825	1132,93428
80,948	19,998	8,33501718	6,74883815	4,04780478	2,3992752	2,96317671	1,58617903	1121,82709
82,6	20,196	8,08823529	6,54901961	4,0899188	2,49696	3,08382036	1,53921569	1156,05539
82,6	19,998	8,16831683	6,61386139	4,13041304	2,44824	3,0236497	1,55445545	1144,72152
82,6	19,8	8,25	6,68	4,17171717	2,4	2,96407186	1,57	1133,38764
82,6	19,602	8,33333333	6,74747475	4,21385573	2,35224	2,90508683	1,58585859	1122,05376
83,426	20,196	8,00815376	6,48417783	4,13081798	2,5219296	3,11465856	1,52397593	1167,61595
83,426	19,998	8,08744241	6,54837761	4,17171717	2,4727224	3,0538862	1,5390648	1156,16873
83,426	19,8	8,16831683	6,61386139	4,21343434	2,424	2,99371257	1,55445545	1144,72152
83,426	19,602	8,25082508	6,68066807	4,25599429	2,3757624	2,93413769	1,57015702	1133,2743
83,426	19,404	8,33501718	6,74883815	4,2994228	2,3280096	2,87516156	1,58617903	1121,82709
84,252	19,998	8,00815376	6,48417783	4,2130213	2,4972048	3,08412269	1,52397593	1167,61595
84,252	19,8	8,08823529	6,54901961	4,25515152	2,448	3,02335329	1,53921569	1156,05539
84,252	19,602	8,16993464	6,61517132	4,29813284	2,3992848	2,96318856	1,55476332	1144,49484
84,252	19,404	8,25330132	6,68267307	4,34199134	2,3510592	2,9036285	1,57062825	1132,93428
84,252	19,206	8,3383869	6,75156661	4,38675414	2,3033232	2,84467311	1,5868203	1121,37373
85,078	19,998	7,93040469	6,42122465	4,25432543	2,5216872	3,11435919	1,50918004	1179,06316
85,078	19,8	8,00970874	6,48543689	4,29686869	2,472	3,05299401	1,52427184	1167,38927
85,078	19,602	8,09061489	6,55094636	4,3402714	2,4228072	2,99223943	1,53966853	1155,71538
85,078	19,404	8,17317218	6,61779275	4,38455988	2,3741088	2,93209545	1,55537943	1144,04148
85,078	19,206	8,25743169	6,68601742	4,42976153	2,3259048	2,87256207	1,57141427	1132,36759
85,078	19,008	8,3434466	6,75566343	4,47590488	2,2781952	2,81363928	1,58778317	1120,6937
85,904	19,8	7,93269231	6,42307692	4,33858586	2,496	3,08263473	1,50961538	1178,72315
85,904	19,602	8,01282051	6,48795649	4,38240996	2,4463296	3,0212903	1,52486402	1166,93591
85,904	19,404	8,09458399	6,55416013	4,42712843	2,3971584	2,9605624	1,54042386	1155,14868
85,904	19,206	8,17803331	6,62172879	4,47276893	2,3484864	2,90045102	1,55630452	1143,36145
86,73	19,8	7,85714286	6,36190476	4,38030303	2,52	3,11227545	1,4952381	1190,05702
86,73	19,602	7,93650794	6,42616643	4,42454852	2,469852	3,05034117	1,51034151	1178,15645
86,73	19,404	8,01749271	6,49173955	4,46969697	2,420208	2,98902934	1,52575316	1166,25588
87,556	19,602	7,86163522	6,36554221	4,46668707	2,4933744	3,07939204	1,49609301	1189,37699
74,34	21,78	8,33333333	6,74747475	3,41322314	2,6136	3,22787425	1,58585859	1122,05376
74,34	21,582	8,40978593	6,80937819	3,44453711	2,566296	3,1694524	1,60040775	1111,85327
74,34	21,384	8,48765432	6,87242798	3,47643098	2,519424	3,11156407	1,61522634	1101,65279
74,34	21,186	8,56697819	6,93665628	3,50892099	2,472984	3,05420928	1,63032191	1091,4523
74,34	20,988	8,64779874	7,00209644	3,54202401	2,426976	2,99738802	1,64570231	1081,25181
74,34	20,79	8,73015873	7,06878307	3,57575758	2,3814	2,9411003	1,66137566	1071,05132
74,34	20,592	8,81410256	7,13675214	3,61013986	2,336256	2,88534611	1,67735043	1060,85083
74,34	20,394	8,89967638	7,20604099	3,64518976	2,291544	2,83012545	1,69363538	1050,65034

74,34	20,196	8,9869281	7,27668845	3,68092692	2,247264	2,77543832	1,71023965	1040,44985
74,34	19,998	9,07590759	7,34873487	3,71737174	2,203416	2,72128473	1,72717272	1030,24936
74,34	19,8	9,16666667	7,42222222	3,75454545	2,16	2,66766467	1,74444444	1020,04888
74,34	19,602	9,25925926	7,49719416	3,79247016	2,117016	2,61457814	1,7620651	1009,84839
74,34	19,404	9,3537415	7,57369615	3,83116883	2,074464	2,56202515	1,78004535	999,647898
74,34	19,206	9,45017182	7,65177549	3,87066542	2,032344	2,51000569	1,79839633	989,44741
74,34	19,008	9,54861111	7,73148148	3,91098485	1,990656	2,45851976	1,81712963	979,246921
74,34	18,81	9,64912281	7,8128655	3,95215311	1,9494	2,40756737	1,83625731	969,046432
74,34	18,612	9,75177305	7,89598109	3,99419729	1,908576	2,3571485	1,85579196	958,845943
74,34	18,414	9,85663082	7,98088411	4,03714565	1,868184	2,30726317	1,87574671	948,645455
74,34	18,216	9,96376812	8,06763285	4,08102767	1,828224	2,25791138	1,89613527	938,444966
74,34	18,018	10,0732601	8,15628816	4,12587413	1,788696	2,20909311	1,91697192	928,244477
74,34	17,82	10,1851852	8,24691358	4,17171717	1,7496	2,16080838	1,9382716	918,043988
75,166	21,78	8,24175824	6,67332667	3,45114784	2,64264	3,26373952	1,56843157	1134,52103
75,166	21,582	8,3173707	6,73454985	3,48280975	2,5948104	3,20466853	1,58282085	1124,2072
75,166	21,384	8,39438339	6,7969068	3,51505799	2,5474176	3,14613701	1,5974766	1113,89337
75,166	21,186	8,47283558	6,86042929	3,547909	2,5004616	3,08814494	1,61240629	1103,57955
75,166	20,988	8,55276799	6,92515032	3,58137984	2,4539424	3,03069234	1,62761767	1093,26572
75,166	20,79	8,63422292	6,99110413	3,61548822	2,40786	2,97377919	1,64311879	1082,95189
75,166	20,592	8,71724429	7,05832629	3,65025253	2,3622144	2,91740551	1,65891801	1072,63806
75,166	20,394	8,80187773	7,12685373	3,68569187	2,3170056	2,86157129	1,67502401	1062,32423
75,166	20,196	8,88817065	7,19672484	3,7218261	2,2722336	2,80627653	1,69144581	1052,01041
75,166	19,998	8,97617234	7,26797955	3,75867587	2,2278984	2,75152123	1,7081928	1041,69658
75,166	19,8	9,06593407	7,34065934	3,79626263	2,184	2,69730539	1,72527473	1031,38275
75,166	19,602	9,15750916	7,41480741	3,83460871	2,1405384	2,64362901	1,74270174	1021,06892
75,166	19,404	9,25095313	7,49046871	3,87373737	2,0975136	2,5904921	1,76048441	1010,7551
75,166	19,206	9,34632378	7,56769004	3,91367281	2,0549256	2,53789464	1,77863374	1000,44127
75,166	19,008	9,44368132	7,64652015	3,95444024	2,0127744	2,48583665	1,79716117	990,127442
75,166	18,81	9,54308849	7,72700983	3,99606592	1,97106	2,43431811	1,81607866	979,813615
75,166	18,612	9,64461071	7,80921206	4,03857726	1,9297824	2,38333904	1,83539864	969,499787
75,166	18,414	9,7483162	7,89318209	4,08200282	1,8889416	2,33289943	1,85513411	959,18596
75,166	18,216	9,85427616	7,97897754	4,12637242	1,8485376	2,28299928	1,87529861	948,872132
75,166	18,018	9,96256491	8,06665862	4,17171717	1,8085704	2,23363859	1,89590629	938,558305
75,166	17,82	10,0732601	8,15628816	4,21806958	1,76904	2,18481737	1,91697192	928,244477
75,992	21,78	8,15217391	6,60079051	3,48907254	2,67168	3,29960479	1,5513834	1146,98829
75,992	21,582	8,2269645	6,66134822	3,52108238	2,6233248	3,23988467	1,56561627	1136,56113
75,992	21,384	8,3031401	6,72302738	3,553685	2,5754112	3,18070994	1,58011272	1126,13396
75,992	21,186	8,38073954	6,78585941	3,58689701	2,5279392	3,1220806	1,59488013	1115,70679
75,992	20,988	8,45980312	6,84987695	3,62073566	2,4809088	3,06399665	1,60992617	1105,27963
75,992	20,79	8,54037267	6,91511387	3,65521886	2,43432	3,00645808	1,6252588	1094,85246
75,992	20,592	8,62249164	6,98160535	3,69036519	2,3881728	2,94946491	1,64088629	1084,42529
75,992	20,394	8,70620515	7,04938793	3,72619398	2,3424672	2,89301713	1,65681722	1073,99813
75,992	20,196	8,7915601	7,11849957	3,76272529	2,2972032	2,83711473	1,67306053	1063,57096
75,992	19,998	8,87860525	7,18897977	3,79998	2,2523808	2,78175772	1,68962548	1053,1438
75,992	19,8	8,9673913	7,26086957	3,8379798	2,208	2,72694611	1,70652174	1042,71663
75,992	19,602	9,05797101	7,33421168	3,87674727	2,1640608	2,67267988	1,72375933	1032,28946

75,992	19,404	9,15039929	7,40905058	3,91630592	2,1205632	2,61895904	1,74134871	1021,8623
75,992	19,206	9,2447333	7,48543254	3,9566802	2,0775072	2,56578359	1,75930076	1011,43513
75,992	19,008	9,34103261	7,5634058	3,99789562	2,0348928	2,51315353	1,77762681	1001,00796
75,992	18,81	9,43935927	7,64302059	4,03997873	1,99272	2,46106886	1,79633867	990,580797
75,992	18,612	9,53977798	7,72432932	4,08295723	1,9509888	2,40952958	1,81544866	980,153631
75,992	18,414	9,64235624	7,80738663	4,12686	1,9096992	2,35853569	1,83496961	969,726465
75,992	18,216	9,74716446	7,89224953	4,17171717	1,8688512	2,30808719	1,85491493	959,299298
75,992	18,018	9,85427616	7,97897754	4,21756022	1,8284448	2,25818407	1,87529861	948,872132
75,992	17,82	9,96376812	8,06763285	4,264422	1,78848	2,20882635	1,89613527	938,444966
76,818	21,78	8,06451613	6,52981427	3,52699725	2,70072	3,33547006	1,53470186	1159,45556
76,818	21,582	8,13850252	6,58972082	3,55935502	2,6518392	3,27510081	1,54878169	1148,91505
76,818	21,384	8,21385902	6,65073676	3,59231201	2,6034048	3,21528287	1,56312226	1138,37455
76,818	21,186	8,29062406	6,71289318	3,62588502	2,5554168	3,15601626	1,57773088	1127,83404
76,818	20,988	8,36883749	6,77622236	3,66009148	2,5078752	3,09730096	1,59261513	1117,29354
76,818	20,79	8,44854071	6,84075781	3,69494949	2,46078	3,03913698	1,6077829	1106,75303
76,818	20,592	8,52977667	6,90653433	3,73047786	2,4141312	2,98152431	1,62324235	1096,21253
76,818	20,394	8,61259004	6,97358806	3,76669609	2,3679288	2,92446296	1,63900198	1085,67202
76,818	20,196	8,6970272	7,04195657	3,80362448	2,3221728	2,86795293	1,65507063	1075,13152
76,818	19,998	8,78313638	7,11167891	3,84128413	2,2768632	2,81199422	1,67145747	1064,59101
76,818	19,8	8,87096774	7,1827957	3,87969697	2,232	2,75658683	1,68817204	1054,05051
76,818	19,602	8,96057348	7,25534919	3,91888583	2,1875832	2,70173075	1,70522429	1043,51
76,818	19,404	9,0520079	7,32938337	3,95887446	2,1436128	2,64742599	1,72262453	1032,9695
76,818	19,206	9,14532757	7,40494402	3,9996876	2,1000888	2,59367254	1,74038355	1022,42899
76,818	19,008	9,2405914	7,48207885	4,04135101	2,0570112	2,54047042	1,75851254	1011,88848
76,818	18,81	9,33786078	7,56083758	4,08389155	2,01438	2,48781961	1,7770232	1001,34798
76,818	18,612	9,43719973	7,64127202	4,1273372	1,9721952	2,43572012	1,79592771	990,807475
76,818	18,414	9,53867499	7,72343624	4,17171717	1,9304568	2,38417195	1,81523876	980,26697
76,818	18,216	9,64235624	7,80738663	4,21706192	1,8891648	2,33317509	1,83496961	969,726465
76,818	18,018	9,7483162	7,89318209	4,26340326	1,8483192	2,28272955	1,85513411	959,18596
76,818	17,82	9,85663082	7,98088411	4,31077441	1,80792	2,23283533	1,87574671	948,645455
77,644	21,78	7,9787234	6,46034816	3,56492195	2,72976	3,37133533	1,51837524	1171,92282
77,644	21,582	8,0519227	6,51961741	3,59762765	2,6803536	3,31031695	1,53230529	1161,26898
77,644	21,384	8,12647754	6,57998424	3,63093902	2,6313984	3,24985581	1,5464933	1150,61513
77,644	21,186	8,20242593	6,64147942	3,66487303	2,5828944	3,18995192	1,56094651	1139,96129
77,644	20,988	8,27980731	6,70413489	3,6994473	2,5348416	3,13060527	1,57567242	1129,30744
77,644	20,79	8,35866261	6,76798379	3,73468013	2,48724	3,07181587	1,59067882	1118,6536
77,644	20,592	8,43903437	6,83306056	3,77059052	2,4400896	3,01358371	1,60597381	1107,99976
77,644	20,394	8,52096674	6,89940095	3,8071982	2,3933904	2,9559088	1,62156579	1097,34591
77,644	20,196	8,60450563	6,96704214	3,84452367	2,3471424	2,89879114	1,6374635	1086,69207
77,644	19,998	8,68969876	7,03602275	3,88258826	2,3013456	2,84223072	1,65367601	1076,03823
77,644	19,8	8,77659574	7,10638298	3,92141414	2,256	2,78622754	1,67021277	1065,38438
77,644	19,602	8,86524823	7,17816462	3,96102439	2,2111056	2,73078162	1,6870836	1054,73054
77,644	19,404	8,95570994	7,2514112	4,001443	2,1666624	2,67589293	1,70429874	1044,07669
77,644	19,206	9,04803685	7,32616802	4,04269499	2,1226704	2,6215615	1,72186883	1033,42285
77,644	19,008	9,14228723	7,40248227	4,0848064	2,0791296	2,56778731	1,73980496	1022,76901
77,644	18,81	9,23852184	7,48040314	4,12780436	2,03604	2,51457036	1,7581187	1012,11516

77,644	18,612	9,33680398	7,55998189	4,17171717	1,9934016	2,46191066	1,77682209	1001,46132
77,644	18,414	9,43719973	7,64127202	4,21657435	1,9512144	2,4098082	1,79592771	990,807475
77,644	18,216	9,53977798	7,72432932	4,26240668	1,9094784	2,35826299	1,81544866	980,153631
77,644	18,018	9,64461071	7,80921206	4,30924631	1,8681936	2,30727503	1,83539864	969,499787
77,644	17,82	9,75177305	7,89598109	4,35712682	1,82736	2,25684431	1,85579196	958,845943
78,47	21,78	7,89473684	6,3923445	3,60284665	2,7588	3,4072006	1,50239234	1184,39008
78,47	21,582	7,96716562	6,45098986	3,63590029	2,708868	3,34553308	1,51617576	1173,6229
78,47	21,384	8,04093567	6,51072125	3,66956603	2,659392	3,28442874	1,53021442	1162,85572
78,47	21,186	8,1160846	6,57156911	3,70386104	2,610372	3,22388757	1,54451549	1152,08854
78,47	20,988	8,19265144	6,63356504	3,73880313	2,561808	3,16390958	1,5590864	1141,32135
78,47	20,79	8,27067669	6,69674185	3,77441077	2,5137	3,10449476	1,57393484	1130,55417
78,47	20,592	8,35020243	6,7611336	3,81070319	2,466048	3,04564311	1,58906883	1119,78699
78,47	20,394	8,43127236	6,82677568	3,8477003	2,418852	2,98735464	1,60449668	1109,01981
78,47	20,196	8,51393189	6,89370485	3,88542286	2,372112	2,92962934	1,62022704	1098,25262
78,47	19,998	8,59822824	6,96195935	3,92389239	2,325828	2,87246722	1,63626889	1087,48544
78,47	19,8	8,68421053	7,03157895	3,96313131	2,28	2,81586826	1,65263158	1076,71826
78,47	19,602	8,77192982	7,102605	4,00316294	2,234628	2,75983249	1,66932483	1065,95108
78,47	19,404	8,86143931	7,17508056	4,04401154	2,189712	2,70435988	1,68635875	1055,18389
78,47	19,206	8,95279436	7,24905046	4,08570238	2,145252	2,64945045	1,7037439	1044,41671
78,47	19,008	9,04605263	7,3245614	4,12826178	2,101248	2,59510419	1,72149123	1033,64953
78,47	18,81	9,14127424	7,40166205	4,17171717	2,0577	2,54132111	1,73961219	1022,88235
78,47	18,612	9,23852184	7,48040314	4,21609714	2,014608	2,4881012	1,7581187	1012,11516
78,47	18,414	9,33786078	7,56083758	4,26143152	1,971972	2,43544446	1,7770232	1001,34798
78,47	18,216	9,43935927	7,64302059	4,30775143	1,929792	2,3833509	1,79633867	990,580797
78,47	18,018	9,54308849	7,72700983	4,35508936	1,888068	2,33182051	1,81607866	979,813615
78,47	17,82	9,64912281	7,8128655	4,40347924	1,8468	2,28085329	1,83625731	969,046432
79,296	21,78	7,8125	6,32575758	3,64077135	2,78784	3,44306587	1,48674242	1196,85735
79,296	21,582	7,88417431	6,38379205	3,67417292	2,7373824	3,38074922	1,50038226	1185,97683
79,296	21,384	7,95717593	6,44290123	3,70819304	2,6873856	3,31900168	1,51427469	1175,09631
79,296	21,186	8,03154206	6,50311526	3,74284905	2,6378496	3,25782323	1,52842679	1164,21578
79,296	20,988	8,10731132	6,56446541	3,77815895	2,5887744	3,19721389	1,54284591	1153,33526
79,296	20,79	8,18452381	6,62698413	3,81414141	2,54016	3,13717365	1,55753968	1142,45474
79,296	20,592	8,26322115	6,69070513	3,85081585	2,4920064	3,07770251	1,57251603	1131,57422
79,296	20,394	8,3434466	6,75566343	3,88820241	2,4443136	3,01880048	1,58778317	1120,6937
79,296	20,196	8,4252451	6,82189542	3,92632204	2,3970816	2,96046754	1,60334967	1109,81318
79,296	19,998	8,50866337	6,88943894	3,96519652	2,3503104	2,90270371	1,61922442	1098,93266
79,296	19,8	8,59375	6,95833333	4,00484848	2,304	2,84550898	1,63541667	1088,05213
79,296	19,602	8,68055556	7,02861953	4,0453015	2,2581504	2,78888335	1,65193603	1077,17161
79,296	19,404	8,76913265	7,10034014	4,08658009	2,2127616	2,73282683	1,66879252	1066,29109
79,296	19,206	8,85953608	7,17353952	4,12870978	2,1678336	2,6773394	1,68599656	1055,41057
79,296	19,008	8,95182292	7,24826389	4,17171717	2,1233664	2,62242108	1,70355903	1044,53005
79,296	18,81	9,04605263	7,3245614	4,21562998	2,07936	2,56807186	1,72149123	1033,64953
79,296	18,612	9,14228723	7,40248227	4,26047711	2,0358144	2,51429174	1,73980496	1022,76901
79,296	18,414	9,2405914	7,48207885	4,30628869	1,9927296	2,46108072	1,75851254	1011,88848
79,296	18,216	9,34103261	7,5634058	4,35309618	1,9501056	2,4084388	1,77762681	1001,00796
79,296	18,018	9,44368132	7,64652015	4,4009324	1,9079424	2,35636599	1,79716117	990,127442

79,296	17,82	9,54861111	7,73148148	4,44983165	1,86624	2,30486228	1,81712963	979,246921
80,122	21,78	7,73195876	6,26054358	3,67869605	2,81688	3,47893114	1,47141518	1209,32461
80,122	21,582	7,80289416	6,31797976	3,71244556	2,7658968	3,41596536	1,4849144	1198,33075
80,122	21,384	7,87514318	6,37647957	3,74682005	2,7153792	3,35357461	1,49866361	1187,33689
80,122	21,186	7,94874265	6,43607284	3,78183706	2,6653272	3,29175889	1,51266981	1176,34303
80,122	20,988	8,02373079	6,49679051	3,81751477	2,6157408	3,2305182	1,52694028	1165,34917
80,122	20,79	8,10014728	6,5586647	3,85387205	2,56662	3,16985254	1,54148257	1154,35531
80,122	20,592	8,17803331	6,62172879	3,89092852	2,5179648	3,10976192	1,55630452	1143,36145
80,122	20,394	8,25743169	6,68601742	3,92870452	2,4697752	3,05024632	1,57141427	1132,36759
80,122	20,196	8,3383869	6,75156661	3,96722123	2,4220512	2,99130575	1,5868203	1121,37373
80,122	19,998	8,42094519	6,8184138	4,00650065	2,3747928	2,93294021	1,60253139	1110,37987
80,122	19,8	8,50515464	6,88659794	4,04656566	2,328	2,8751497	1,6185567	1099,38601
80,122	19,602	8,59106529	6,95615953	4,08744006	2,2816728	2,81793422	1,63490576	1088,39215
80,122	19,404	8,67872922	7,02714075	4,12914863	2,2358112	2,76129377	1,65158847	1077,39829
80,122	19,206	8,76820066	7,0995855	4,17171717	2,1904152	2,70522835	1,66861516	1066,40443
80,122	19,008	8,85953608	7,17353952	4,21517256	2,1454848	2,64973796	1,68599656	1055,41057
80,122	18,81	8,95279436	7,24905046	4,2595428	2,10102	2,5948226	1,7037439	1044,41671
80,122	18,612	9,04803685	7,32616802	4,30485708	2,0570208	2,54048228	1,72186883	1033,42285
80,122	18,414	9,14532757	7,40494402	4,35114587	2,0134872	2,48671698	1,74038355	1022,42899
80,122	18,216	9,2447333	7,48543254	4,39844093	1,9704192	2,43352671	1,75930076	1011,43513
80,122	18,018	9,34632378	7,56769004	4,44677545	1,9278168	2,38091147	1,77863374	1000,44127
80,122	17,82	9,45017182	7,65177549	4,49618406	1,88568	2,32887126	1,79839633	989,44741
80,948	21,78	7,65306122	6,19666048	3,71662075	2,84592	3,51479641	1,45640074	1221,79188
80,948	21,582	7,7232728	6,25351058	3,75071819	2,7944112	3,4511815	1,46976222	1210,68468
80,948	21,384	7,79478458	6,31141345	3,78544706	2,7433728	3,38814754	1,48337113	1199,57748
80,948	21,186	7,86763303	6,37039863	3,82082507	2,6928048	3,32569455	1,49723441	1188,47028
80,948	20,988	7,94185599	6,43049673	3,85687059	2,6427072	3,26382251	1,51135926	1177,36308
80,948	20,79	8,01749271	6,49173955	3,89360269	2,59308	3,20253144	1,52575316	1166,25588
80,948	20,592	8,09458399	6,55416013	3,93104118	2,5439232	3,14182132	1,54042386	1155,14868
80,948	20,394	8,17317218	6,61779275	3,96920663	2,4952368	3,08169216	1,55537943	1144,04148
80,948	19,8	8,41836735	6,81632653	4,08828283	2,352	2,90479042	1,60204082	1110,71989
80,948	19,602	8,50340136	6,88517831	4,12957861	2,3051952	2,84698509	1,61822305	1099,61269
80,948	19,404	8,59017076	6,95543524	4,17171717	2,2588608	2,78976072	1,63473553	1088,50549
80,948	19,206	8,67872922	7,02714075	4,21472457	2,2129968	2,73311731	1,65158847	1077,39829
80,948	19,008	8,76913265	7,10034014	4,25862795	2,1676032	2,67705485	1,66879252	1066,29109
80,948	18,81	8,86143931	7,17508056	4,30345561	2,12268	2,62157335	1,68635875	1055,18389
80,948	18,612	8,95570994	7,2514112	4,34923705	2,0782272	2,56667281	1,70429874	1044,07669
80,948	18,414	9,0520079	7,32938337	4,39600304	2,0342448	2,51235323	1,72262453	1032,9695
80,948	18,216	9,15039929	7,40905058	4,44378568	1,9907328	2,45861461	1,74134871	1021,8623
80,948	18,018	9,25095313	7,49046871	4,49261849	1,9476912	2,40545695	1,76048441	1010,7551
80,948	17,82	9,3537415	7,57369615	4,54253648	1,90512	2,35288024	1,78004535	999,647898
81,774	21,78	7,57575758	6,13406795	3,75454545	2,87496	3,55066168	1,44168962	1234,25914
81,774	21,582	7,64525994	6,19034381	3,78899083	2,8229256	3,48639763	1,45491613	1223,0386
81,774	21,384	7,71604938	6,2476618	3,82407407	2,7713664	3,42272048	1,46838758	1211,81806
81,774	21,186	7,78816199	6,30605117	3,85981308	2,7202824	3,35963021	1,48211083	1200,59753
81,774	20,988	7,86163522	6,36554221	3,89622642	2,6696736	3,29712683	1,49609301	1189,37699

81,774	20,79	7,93650794	6,42616643	3,93333333	2,61954	3,23521033	1,51034151	1178,15645
81,774	20,592	8,01282051	6,48795649	3,97115385	2,5698816	3,17388072	1,52486402	1166,93591
81,774	20,394	8,09061489	6,55094636	4,00970874	2,5206984	3,11313799	1,53966853	1155,71538
81,774	20,196	8,16993464	6,61517132	4,04901961	2,4719904	3,05298216	1,55476332	1144,49484
81,774	19,998	8,25082508	6,68066807	4,08910891	2,4237576	2,9934132	1,57015702	1133,2743
81,774	19,8	8,33333333	6,74747475	4,13	2,376	2,93443114	1,58585859	1122,05376
81,774	19,602	8,41750842	6,81563106	4,17171717	2,3287176	2,87603596	1,60187736	1110,83323
81,774	19,404	8,50340136	6,88517831	4,21428571	2,2819104	2,81822766	1,61822305	1099,61269
81,774	19,206	8,59106529	6,95615953	4,25773196	2,2355784	2,76100626	1,63490576	1088,39215
81,774	19,008	8,68055556	7,02861953	4,30208333	2,1897216	2,70437174	1,65193603	1077,17161
81,774	18,81	8,77192982	7,102605	4,34736842	2,14434	2,6483241	1,66932483	1065,95108
81,774	18,612	8,86524823	7,17816462	4,39361702	2,0994336	2,59286335	1,6870836	1054,73054
81,774	18,414	8,96057348	7,25534919	4,44086022	2,0550024	2,53798949	1,70522429	1043,51
81,774	18,216	9,05797101	7,33421168	4,48913043	2,0110464	2,48370251	1,72375933	1032,28946
81,774	18,018	9,15750916	7,41480741	4,53846154	1,9675656	2,43000243	1,74270174	1021,06892
81,774	17,82	9,25925926	7,49719416	4,58888889	1,92456	2,37688922	1,7620651	1009,84839
82,6	21,78	7,5	6,07272727	3,79247016	2,904	3,58652695	1,42727273	1246,7264
82,6	21,582	7,56880734	6,12844037	3,82726346	2,85144	3,52161377	1,44036697	1235,39253
82,6	21,384	7,63888889	6,18518519	3,86270108	2,79936	3,45729341	1,4537037	1224,05865
82,6	21,186	7,71028037	6,24299065	3,8988011	2,74776	3,39356587	1,46728972	1212,72477
82,6	20,988	7,78301887	6,30188679	3,93558224	2,69664	3,33043114	1,48113208	1201,3909
82,6	20,79	7,85714286	6,36190476	3,97306397	2,646	3,26788922	1,4952381	1190,05702
82,6	20,592	7,93269231	6,42307692	4,01126651	2,59584	3,20594012	1,50961538	1178,72315
82,6	20,394	8,00970874	6,48543689	4,05021085	2,54616	3,14458383	1,52427184	1167,38927
82,6	19,404	8,41836735	6,81632653	4,25685426	2,30496	2,84669461	1,60204082	1110,71989
82,6	19,206	8,50515464	6,88659794	4,30073935	2,25816	2,78889521	1,6185567	1099,38601
82,6	19,008	8,59375	6,95833333	4,34553872	2,21184	2,73168862	1,63541667	1088,05213
82,6	18,81	8,68421053	7,03157895	4,39128123	2,166	2,67507485	1,65263158	1076,71826
82,6	18,612	8,77659574	7,10638298	4,43799699	2,12064	2,61905389	1,67021277	1065,38438
82,6	18,414	8,87096774	7,1827957	4,48571739	2,07576	2,56362575	1,68817204	1054,05051
82,6	18,216	8,9673913	7,26086957	4,53447519	2,03136	2,50879042	1,70652174	1042,71663
82,6	18,018	9,06593407	7,34065934	4,58430458	1,98744	2,4545479	1,72527473	1031,38275
82,6	17,82	9,16666667	7,42222222	4,6352413	1,944	2,4008982	1,74444444	1020,04888
83,426	21,78	7,42574257	6,01260126	3,83039486	2,93304	3,62239222	1,41314131	1259,19367
83,426	21,582	7,49386865	6,06776274	3,86553609	2,8799544	3,55682991	1,42610591	1247,74645
83,426	21,384	7,56325633	6,12394573	3,9013281	2,8273536	3,49186635	1,4393106	1236,29924
83,426	21,186	7,63394096	6,18117887	3,93778911	2,7752376	3,42750153	1,4527621	1224,85202
83,426	20,988	7,70595928	6,23949187	3,97493806	2,7236064	3,36373545	1,4664674	1213,40481
83,426	20,79	7,77934936	6,29891561	4,01279461	2,67246	3,30056811	1,48043376	1201,95759
83,426	20,592	7,8541508	6,3594821	4,05137918	2,6217984	3,23799952	1,4946687	1190,51038
83,426	20,394	7,93040469	6,42122465	4,09071295	2,5716216	3,17602967	1,50918004	1179,06316
83,426	19,206	8,42094519	6,8184138	4,34374675	2,2807416	2,81678416	1,60253139	1110,37987
83,426	19,008	8,50866337	6,88943894	4,38899411	2,2339584	2,75900551	1,61922442	1098,93266
83,426	18,81	8,59822824	6,96195935	4,43519405	2,18766	2,7018256	1,63626889	1087,48544
83,426	18,612	8,68969876	7,03602275	4,48237696	2,1418464	2,64524443	1,65367601	1076,03823
83,426	18,414	8,78313638	7,11167891	4,53057456	2,0965176	2,58926201	1,67145747	1064,59101

83,426	18,216	8,87860525	7,18897977	4,57981994	2,0516736	2,53387832	1,68962548	1053,1438
83,426	18,018	8,97617234	7,26797955	4,63014763	2,0073144	2,47909338	1,7081928	1041,69658
83,426	17,82	9,07590759	7,34873487	4,68159371	1,96344	2,42490719	1,72717272	1030,24936
84,252	21,78	7,35294118	5,95365419	3,86831956	2,96208	3,65825749	1,39928699	1271,66093
84,252	21,582	7,42039935	6,00827487	3,90380873	2,9084688	3,59204605	1,41212448	1260,10038
84,252	21,384	7,48910675	6,06390704	3,93995511	2,8553472	3,52643928	1,42519971	1248,53982
84,252	21,186	7,55909841	6,12057907	3,97677712	2,8027152	3,46143719	1,43851933	1236,97927
84,252	20,988	7,63041065	6,17832038	4,01429388	2,7505728	3,39703976	1,45209027	1225,41872
84,252	20,79	7,70308123	6,23716153	4,05252525	2,69892	3,33324701	1,4659197	1213,85816
84,252	20,592	7,77714932	6,29713424	4,09149184	2,6477568	3,27005892	1,48001508	1202,29761
84,252	20,394	7,85265563	6,35827146	4,13121506	2,5970832	3,20747551	1,49438416	1190,73705
84,252	20,196	7,92964245	6,42060746	4,17171717	2,5468992	3,14549677	1,50903499	1179,1765
84,252	19,008	8,4252451	6,82189542	4,43244949	2,2560768	2,7863224	1,60334967	1109,81318
84,252	18,81	8,51393189	6,89370485	4,47910686	2,20932	2,72857635	1,62022704	1098,25262
84,252	18,612	8,60450563	6,96704214	4,52675693	2,1630528	2,67143497	1,6374635	1086,69207
84,252	18,414	8,6970272	7,04195657	4,57543174	2,1172752	2,61489826	1,65507063	1075,13152
84,252	18,216	8,7915601	7,11849957	4,62516469	2,0719872	2,55896623	1,67306053	1063,57096
84,252	18,018	8,88817065	7,19672484	4,67599068	2,0271888	2,50363886	1,69144581	1052,01041
84,252	17,82	8,9869281	7,27668845	4,72794613	1,98288	2,44891617	1,71023965	1040,44985
85,078	21,78	7,2815534	5,89585172	3,90624426	2,99112	3,69412275	1,38570168	1284,1282
85,078	21,582	7,34835664	5,9499421	3,94208136	2,9369832	3,62726219	1,39841454	1272,4543
85,078	21,384	7,41639698	6,00503416	3,97858212	2,8833408	3,56101222	1,41136282	1260,78041
85,078	21,186	7,4857091	6,06115597	4,01576513	2,8301928	3,49537284	1,42455313	1249,10652
85,078	20,988	7,556329	6,11833669	4,0536497	2,7775392	3,43034407	1,43799231	1237,43263
85,078	20,79	7,62829404	6,17660656	4,09225589	2,72538	3,3659259	1,45168747	1225,75873
85,078	20,592	7,70164302	6,23599701	4,13160451	2,6737152	3,30211832	1,465646	1214,08484
85,078	20,394	7,77641625	6,29654067	4,17171717	2,6225448	3,23892135	1,47987558	1202,41095
85,078	20,196	7,85265563	6,35827146	4,21261636	2,5718688	3,17633497	1,49438416	1190,73705
85,078	18,81	8,43127236	6,82677568	4,52301967	2,23098	2,7553271	1,60449668	1109,01981
85,078	18,612	8,52096674	6,89940095	4,5711369	2,1842592	2,69762551	1,62156579	1097,34591
85,078	18,414	8,61259004	6,97358806	4,62028891	2,1380328	2,64053452	1,63900198	1085,67202
85,078	18,216	8,70620515	7,04938793	4,67050944	2,0923008	2,58405413	1,65681722	1073,99813
85,078	18,018	8,80187773	7,12685373	4,72183372	2,0470632	2,52818434	1,67502401	1062,32423
85,078	17,82	8,89967638	7,20604099	4,77429854	2,00232	2,47292515	1,69363538	1050,65034
85,904	21,78	7,21153846	5,83916084	3,94416896	3,02016	3,72998802	1,37237762	1296,59546
85,904	21,582	7,27769936	5,89273112	3,980354	2,9654976	3,66247832	1,38496824	1284,80823
85,904	21,384	7,34508547	5,94729345	4,01720913	2,9113344	3,59558515	1,39779202	1273,021
85,904	21,186	7,41373113	6,00287563	4,05475314	2,8576704	3,5293085	1,4108555	1261,23377
85,904	20,988	7,48367199	6,05950653	4,09300553	2,8045056	3,46364838	1,42416546	1249,44653
85,904	20,79	7,55494505	6,11721612	4,13198653	2,75184	3,39860479	1,43772894	1237,6593
85,904	20,592	7,62758876	6,1760355	4,17171717	2,6996736	3,33417772	1,45155325	1225,87207
85,904	20,394	7,70164302	6,23599701	4,21221928	2,6480064	3,27036719	1,465646	1214,08484
85,904	20,196	7,77714932	6,29713424	4,25351555	2,5968384	3,20717317	1,48001508	1202,29761
85,904	19,998	7,8541508	6,3594821	4,29562956	2,5461696	3,14459569	1,4946687	1190,51038
85,904	19,008	8,26322115	6,69070513	4,51936027	2,3003136	2,84095617	1,57251603	1131,57422
85,904	18,81	8,35020243	6,7611336	4,56693248	2,25264	2,78207784	1,58906883	1119,78699

85,904	18,612	8,43903437	6,83306056	4,61551687	2,2054656	2,72381605	1,60597381	1107,99976
85,904	18,414	8,52977667	6,90653433	4,66514608	2,1587904	2,66617078	1,62324235	1096,21253
85,904	18,216	8,62249164	6,98160535	4,71585419	2,1126144	2,60914204	1,64088629	1084,42529
85,904	18,018	8,71724429	7,05832629	4,76767677	2,0669376	2,55272982	1,65891801	1072,63806
85,904	17,82	8,81410256	7,13675214	4,82065095	2,02176	2,49693413	1,67735043	1060,85083
86,73	21,78	7,14285714	5,78354978	3,98209366	3,0492	3,76585329	1,35930736	1309,06272
86,73	21,582	7,20838794	5,83660987	4,01862663	2,994012	3,69769446	1,37177807	1297,16215
86,73	21,384	7,27513228	5,89065256	4,05583614	2,939328	3,63015808	1,38447972	1285,26158
86,73	21,186	7,34312417	5,94570538	4,09374115	2,885148	3,56324416	1,39741878	1273,36101
86,73	20,988	7,41239892	6,00179695	4,13236135	2,831472	3,49695269	1,41060198	1261,46044
86,73	20,79	7,4829932	6,05895692	4,17171717	2,7783	3,43128368	1,42403628	1249,55987
86,73	20,592	7,55494505	6,11721612	4,21182984	2,725632	3,36623713	1,43772894	1237,6593
86,73	20,394	7,62829404	6,17660656	4,25272139	2,673468	3,30181302	1,45168747	1225,75873
86,73	20,196	7,70308123	6,23716153	4,29441474	2,621808	3,23801138	1,4659197	1213,85816
86,73	19,998	7,77934936	6,29891561	4,33693369	2,570652	3,17483219	1,48043376	1201,95759
86,73	19,206	8,10014728	6,5586647	4,51577632	2,371068	2,92833997	1,54148257	1154,35531
86,73	19,008	8,18452381	6,62698413	4,56281566	2,322432	2,86827305	1,55753968	1142,45474
86,73	18,81	8,27067669	6,69674185	4,6108453	2,2743	2,80882859	1,57393484	1130,55417
86,73	18,612	8,35866261	6,76798379	4,65989684	2,226672	2,75000659	1,59067882	1118,6536
86,73	18,414	8,44854071	6,84075781	4,71000326	2,179548	2,69180704	1,6077829	1106,75303
86,73	18,216	8,54037267	6,91511387	4,76119895	2,132928	2,63422994	1,6252588	1094,85246
86,73	18,018	8,63422292	6,99110413	4,81351981	2,086812	2,5772753	1,64311879	1082,95189
86,73	17,82	8,73015873	7,06878307	4,86700337	2,0412	2,52094311	1,66137566	1071,05132
87,556	21,78	7,0754717	5,72898799	4,02001837	3,07824	3,80171856	1,3464837	1321,52999
87,556	21,582	7,14038428	5,78154752	4,05689927	3,0225264	3,7329106	1,35883677	1309,51608
87,556	21,384	7,20649895	5,83508036	4,09446315	2,9673216	3,66473102	1,37141859	1297,50217
87,556	21,186	7,27384941	5,88961382	4,13272916	2,9126256	3,59717982	1,38423558	1285,48826
87,556	20,988	7,34247063	5,94517622	4,17171717	2,8584384	3,53025701	1,39729441	1273,47435
87,556	20,79	7,41239892	6,00179695	4,21144781	2,80476	3,46396257	1,41060198	1261,46044
87,556	20,592	7,48367199	6,05950653	4,2519425	2,7515904	3,39829653	1,42416546	1249,44653
87,556	20,394	7,556329	6,11833669	4,2932235	2,6989296	3,33325886	1,43799231	1237,43263
87,556	20,196	7,63041065	6,17832038	4,33531392	2,6467776	3,26884958	1,45209027	1225,41872
87,556	19,998	7,70595928	6,23949187	4,37823782	2,5951344	3,20506868	1,4664674	1213,40481
87,556	19,8	7,78301887	6,30188679	4,4220202	2,544	3,14191617	1,48113208	1201,3909
87,556	19,404	7,94185599	6,43049673	4,51226551	2,4432576	3,01749629	1,51135926	1177,36308
87,556	19,206	8,02373079	6,49679051	4,55878371	2,3936496	2,95622892	1,52694028	1165,34917
87,556	19,008	8,10731132	6,56446541	4,60627104	2,3445504	2,89558994	1,54284591	1153,33526
87,556	18,81	8,19265144	6,63356504	4,65475811	2,29596	2,83557934	1,5590864	1141,32135
87,556	18,612	8,27980731	6,70413489	4,70427681	2,2478784	2,77619713	1,57567242	1129,30744
87,556	18,414	8,36883749	6,77622236	4,75486043	2,2003056	2,71744329	1,59261513	1117,29354
87,556	18,216	8,45980312	6,84987695	4,8065437	2,1532416	2,65931784	1,60992617	1105,27963
87,556	18,018	8,55276799	6,92515032	4,85936286	2,1066864	2,60182078	1,62761767	1093,26572
87,556	17,82	8,64779874	7,00209644	4,91335578	2,06064	2,5449521	1,64570231	1081,25181
88,382	21,78	7,00934579	5,67544605	4,05794307	3,10728	3,83758383	1,33389975	1333,99725
88,382	21,582	7,07365172	5,72751436	4,0951719	3,0510408	3,76812674	1,34613736	1321,87
88,382	21,384	7,13914849	5,7805469	4,13309016	2,9953152	3,69930395	1,35860159	1309,74276

88,382	21,186	7,20586951	5,8345707	4,17171717	2,9401032	3,63111548	1,3712988	1297,61551
88,382	20,988	7,27384941	5,88961382	4,21107299	2,8854048	3,56356132	1,38423558	1285,48826
88,382	20,79	7,34312417	5,94570538	4,25117845	2,83122	3,49664147	1,39741878	1273,36101
88,382	20,592	7,41373113	6,00287563	4,29205517	2,7775488	3,43035593	1,4108555	1261,23377
88,382	20,394	7,4857091	6,06115597	4,33372561	2,7243912	3,3647047	1,42455313	1249,10652
88,382	20,196	7,55909841	6,12057907	4,37621311	2,6717472	3,29968778	1,43851933	1236,97927
88,382	19,998	7,63394096	6,18117887	4,41954195	2,6196168	3,23530518	1,4527621	1224,85202
88,382	19,8	7,71028037	6,24299065	4,46373737	2,568	3,17155689	1,46728972	1212,72477
88,382	19,602	7,78816199	6,30605117	4,50882563	2,5168968	3,1084429	1,48211083	1200,59753
88,382	19,404	7,86763303	6,37039863	4,55483405	2,4663072	3,04596323	1,49723441	1188,47028
88,382	19,206	7,94874265	6,43607284	4,60179111	2,4162312	2,98411787	1,51266981	1176,34303
88,382	19,008	8,03154206	6,50311526	4,64972643	2,3666688	2,92290683	1,52842679	1164,21578
88,382	18,81	8,1160846	6,57156911	4,69867092	2,31762	2,86233009	1,54451549	1152,08854
88,382	18,612	8,20242593	6,64147942	4,74865678	2,2690848	2,80238766	1,56094651	1139,96129
88,382	18,414	8,29062406	6,71289318	4,79971761	2,2210632	2,74307955	1,57773088	1127,83404
88,382	18,216	8,38073954	6,78585941	4,85188845	2,1735552	2,68440575	1,59488013	1115,70679
88,382	18,018	8,47283558	6,86042929	4,90520591	2,1265608	2,62636626	1,61240629	1103,57955
88,382	17,82	8,56697819	6,93665628	4,95970819	2,08008	2,56896108	1,63032191	1091,4523
89,208	21,78	6,94444444	5,62289562	4,09586777	3,13632	3,8734491	1,32154882	1346,46452
89,208	21,582	7,00815494	5,67448182	4,13344454	3,0795552	3,80334287	1,33367312	1334,22393
89,208	21,384	7,07304527	5,72702332	4,17171717	3,0233088	3,73387689	1,34602195	1321,98334
89,208	21,186	7,13914849	5,7805469	4,21070518	2,9675808	3,66505114	1,35860159	1309,74276
89,208	20,988	7,20649895	5,83508036	4,25042882	2,9123712	3,59686563	1,37141859	1297,50217
89,208	20,79	7,27513228	5,89065256	4,29090909	2,85768	3,52932036	1,38447972	1285,26158
89,208	20,592	7,34508547	5,94729345	4,33216783	2,8035072	3,46241533	1,39779202	1273,021
89,208	20,394	7,41639698	6,00503416	4,37422771	2,7498528	3,39615054	1,41136282	1260,78041
89,208	20,196	7,48910675	6,06390704	4,4171123	2,6967168	3,33052599	1,42519971	1248,53982
89,208	19,998	7,56325633	6,12394573	4,46084608	2,6440992	3,26554168	1,4393106	1236,29924
89,208	19,8	7,63888889	6,18518519	4,50545455	2,592	3,2011976	1,4537037	1224,05865
89,208	19,602	7,71604938	6,2476618	4,55096419	2,5404192	3,13749377	1,46838758	1211,81806
89,208	19,404	7,79478458	6,31141345	4,5974026	2,4893568	3,07443018	1,48337113	1199,57748
89,208	19,206	7,87514318	6,37647957	4,6447985	2,4388128	3,01200683	1,49866361	1187,33689
89,208	19,008	7,95717593	6,44290123	4,69318182	2,3887872	2,95022371	1,51427469	1175,09631
89,208	18,81	8,04093567	6,51072125	4,74258373	2,33928	2,88908084	1,53021442	1162,85572
89,208	18,612	8,12647754	6,57998424	4,79303675	2,2902912	2,8285782	1,5464933	1150,61513
89,208	18,414	8,21385902	6,65073676	4,84457478	2,2418208	2,76871581	1,56312226	1138,37455
89,208	18,216	8,3031401	6,72302738	4,8972332	2,1938688	2,70949365	1,58011272	1126,13396
89,208	18,018	8,39438339	6,7969068	4,95104895	2,1464352	2,65091174	1,5974766	1113,89337
89,208	17,82	8,48765432	6,87242798	5,00606061	2,09952	2,59297006	1,61522634	1101,65279
90,034	21,78	6,88073394	5,57130942	4,13379247	3,16536	3,90931437	1,30942452	1358,93178
90,034	21,582	6,94385994	5,62242236	4,17171717	3,1080696	3,83855901	1,32143759	1346,57786
90,034	21,384	7,00815494	5,67448182	4,21034418	3,0513024	3,76844982	1,33367312	1334,22393
90,034	21,186	7,07365172	5,72751436	4,24969319	2,9950584	3,6989868	1,34613736	1321,87
90,034	20,988	7,14038428	5,78154752	4,28978464	2,9393376	3,63016994	1,35883677	1309,51608
90,034	20,79	7,20838794	5,83660987	4,33063973	2,88414	3,56199925	1,37177807	1297,16215
90,034	20,592	7,27769936	5,89273112	4,3722805	2,8294656	3,49447473	1,38496824	1284,80823

90,034	20,394	7,34835664	5,9499421	4,41472982	2,7753144	3,42759638	1,39841454	1272,4543
90,034	20,196	7,42039935	6,00827487	4,45801149	2,7216864	3,36136419	1,41212448	1260,10038
90,034	19,998	7,49386865	6,06776274	4,50215022	2,6685816	3,29577817	1,42610591	1247,74645
90,034	19,8	7,56880734	6,12844037	4,54717172	2,616	3,23083832	1,44036697	1235,39253
90,034	19,602	7,64525994	6,19034381	4,59310274	2,5639416	3,16654464	1,45491613	1223,0386
90,034	19,404	7,7232728	6,25351058	4,63997114	2,5124064	3,10289713	1,46976222	1210,68468
90,034	19,206	7,80289416	6,31797976	4,68780589	2,4613944	3,03989578	1,4849144	1198,33075
90,034	19,008	7,88417431	6,38379205	4,73663721	2,4109056	2,9775406	1,50038226	1185,97683
90,034	18,81	7,96716562	6,45098986	4,78649654	2,36094	2,91583159	1,51617576	1173,6229
90,034	18,612	8,0519227	6,51961741	4,83741672	2,3114976	2,85476874	1,53230529	1161,26898
90,034	18,414	8,13850252	6,58972082	4,88943195	2,2625784	2,79435207	1,54878169	1148,91505
90,034	18,216	8,2269645	6,66134822	4,94257795	2,2141824	2,73458156	1,56561627	1136,56113
90,034	18,018	8,3173707	6,73454985	4,996892	2,1663096	2,67545722	1,58282085	1124,2072
90,034	17,82	8,40978593	6,80937819	5,05241302	2,11896	2,61697904	1,60040775	1111,85327
90,86	21,78	6,81818182	5,52066116	4,17171717	3,1944	3,94517964	1,29752066	1371,39904
90,86	21,582	6,88073394	5,57130942	4,20998981	3,136584	3,87377515	1,30942452	1358,93178
90,86	21,384	6,94444444	5,62289562	4,24897119	3,079296	3,80302275	1,32154882	1346,46452
90,86	21,186	7,00934579	5,67544605	4,2886812	3,022536	3,73292246	1,33389975	1333,99725
90,86	20,988	7,0754717	5,72898799	4,32914046	2,966304	3,66347425	1,3464837	1321,52999
90,86	20,79	7,14285714	5,78354978	4,37037037	2,9106	3,59467814	1,35930736	1309,06272
90,86	20,592	7,21153846	5,83916084	4,41239316	2,855424	3,52653413	1,37237762	1296,59546
90,86	20,394	7,2815534	5,89585172	4,45523193	2,800776	3,45904222	1,38570168	1284,1282
90,86	20,196	7,35294118	5,95365419	4,49891068	2,746656	3,3922024	1,39928699	1271,66093
90,86	19,998	7,42574257	6,01260126	4,54345435	2,693064	3,32601467	1,41314131	1259,19367
90,86	19,8	7,5	6,07272727	4,58888889	2,64	3,26047904	1,42727273	1246,7264
90,86	19,602	7,57575758	6,13406795	4,6352413	2,587464	3,19559551	1,44168962	1234,25914
90,86	19,404	7,65306122	6,19666048	4,68253968	2,535456	3,13136407	1,45640074	1221,79188
90,86	19,206	7,73195876	6,26054358	4,73081329	2,483976	3,06778473	1,47141518	1209,32461
90,86	19,008	7,8125	6,32575758	4,78009259	2,433024	3,00485749	1,48674242	1196,85735
90,86	18,81	7,89473684	6,3923445	4,83040936	2,3826	2,94258234	1,50239234	1184,39008
90,86	18,612	7,9787234	6,46034816	4,88179669	2,332704	2,88095928	1,51837524	1171,92282
90,86	18,414	8,06451613	6,52981427	4,93428913	2,283336	2,81998832	1,53470186	1159,45556
90,86	18,216	8,15217391	6,60079051	4,98792271	2,234496	2,75966946	1,5513834	1146,98829
90,86	18,018	8,24175824	6,67332667	5,04273504	2,186184	2,70000269	1,56843157	1134,52103
90,86	17,82	8,33333333	6,74747475	5,09876543	2,1384	2,64098802	1,58585859	1122,05376

Anexo 2: Fichas de los buques



M/V Pacific Leader

- ▶ **Brake Horsepower** 10,620 BHP
- ▶ **Clear Deck Space** 912 m²
- ▶ **Deadweight** 5,000 - 5,258 tonnes
- ▶ **Deck Cargo Capacity** 2,500 tonnes

M/V Pacific Leader

Brake Horsepower	10,620 BHP	Clear Deck Space	912 m2
Deadweight	5,000 - 5,258 tonnes	Deck Cargo Capacity	2,500 tonnes

General Information

Built:	JMU Japan, April 2014
Flag:	Singapore
Call Sign:	9V7283
IMO No.:	9648362
Classification:	DNV +1A1 Fire fighter(I) Offshore service vessel(Supply) SPS Clean DYNPOS(AUTR) E0 SF

Dimensions

Length, overall:	97.29 metres
Length, BP:	86.552 metres
Breadth, moulded:	20.00 metres
Depth, main deck:	9.00 metres
Design draft:	6.40 metres @ 4500 DWT
Maximum draft midship:	6.80 metres @ 5263 DWT
GRT:	5179 tonnes
NRT:	1554 tonnes

Capacities

Deadweight (maximum):	5258 tonnes
Clear Deck Area:	912 m2 (57m x 16m)
Deck Strength:	10 t/m2 Aft of frame 30, 5 t/m2 Fwd of frame 30
Deck Cargo:	2500 tonnes
Ship Fuel:	494 m3
Cargo Fuel:	855 m3
Potable Water:	732 m3
Ballast Water:	1143 m3
Drill Water:	401 m3
Brine / DMA / Glycol / Liquid Mud:	1799 m3, Sg 2.5 t/m3 flash point above 60°C.
Drilling Brine:	1062 m3
Dry Bulk:	340.8 m3, Sg 2.6 t/m3 - 5 tanks
Ship's Stores:	Freezer (-25°C.) - approximately 31 m3
	Cold Room (+4°C.) - approximately 26 m3
	Provisions store - approximately 52 m3 ~ 12°C

Machinery

Main Engines:	4 x 1980 kW (4 x 2655 bhp = 10620 bhp) @ 720 rpm, MAN Diesel & Turbo 6L27/38 TIER II compliant
Propulsion:	2 x 2500 kW Inovelis POD GE, Azimuth
Bow Thrusters:	3 x 965 kW (3 x 1294 bhp) electric motor driven tunnel type, CPP, frequency controlled
Emergency Generators:	1 x 340 kW @1800 rpm / 450V / 3ph / 60Hz (also harbour generator), TIER II compliant

M/V Pacific Leader

Brake Horsepower	10,620 BHP	Clear Deck Space	912 m2
Deadweight	5,000 - 5,258 tonnes	Deck Cargo Capacity	2,500 tonnes

Deck Machinery

Tuggers:	Rolls Royce Brattvaag 2 x 10 t @ 0 - 20 m/min, capacity 240 m of 20 mm dia. wire each , electric drive
Capstans:	Rolls Royce Brattvaag 2 x 10 t @ 0 - 15 m/min, vertical type warping head, electric drive
Windlass:	Rolls Royce Brattvaag 2 x combined mooring winch/anchor windlasses Cable lifter, mooring drum and warping end electric drive Duty on cable lifter nominal 11.9 t @ 0 - 12 m/min, max pull 17.8 t Mooring drum, declutchable rope drum with band brake, dia. 530 mm, flange dia. 1360 mm, drum length 600 mm, stowing capacity 270 m of 52mm dia polypropylene 8 strand rope, duty on 1st layer 12 t @ 0 - 12 m/min, light line @ 0 - 40 m/min Fixed warping end on drum shaft, dia. 560 mm, length 500 mm, approximately 11 t pull
Bow Mooring:	See windlass. Roller type chain stopper with lashing arrangement for dia. 50 mm K3 chain cable.
Smit Towing Bracket:	1 x 200 t
Crane Capacity:	Heila 1 x 5t @ 15 metres radius, knuckle boom crane

Electronics

Main Radar:	Furuno FAR-2837S-D ARPA Radar, S Band, 23.1"
Auxiliary Radar:	Furuno FAR-2817-D ARPA Radar, X Band, 23.1"
Auto Pilot:	Tokyo Keiki PR6344A-22
Gyro Compass:	3 x Tokyo Keiki TG-8000/8500 Type S
Magnetic Compass:	Tokyo Keiki SH - 165 A1 Reflector Type
Echo Sounder:	Furuno FE-700, dual frequency 50Hz and 200Hz
DGPS :	Furuno GP-150
Anemometer :	2 x Gill WindObserver 2
Speed Log:	Furuno Doppler Speed Log DS-80
Communications:	Furuno MF-HF (SSB) Transceiver integrated with DSC/Watch Receiver. Furuno Inmarsat-C (no.1) - Felcom 18 (Integrated with EGC) Furuno Inmarsat-C (no.2) - Felcom 18
Watch System:	Furuno BRR-500
Navtex Receiver:	Furuno NX-700A
Weather Fax:	Furuno FAX-410
Satellite Communication:	FBB: Sailor 500 VSAT: Intellian V130
AIS:	Furuno FA-150
Satellite Navigation:	Furuno GP150
Voyage Data Recorder(VDR):	Furuno VDR VR-3000
VHF:	Furuno FM-8900S Semiduplex VHF
Electronic Chart Display:	1 set - Furuno FMD-3300
VRU:	SMC IMU-007
BNWAS:	Furuno BR-500

M/V Pacific Leader

Brake Horsepower	10,620 BHP	Clear Deck Space	912 m2
Deadweight	5,000 - 5,258 tonnes	Deck Cargo Capacity	2,500 tonnes

Discharge Pumps

Fuel Oil:	1 x 150 m3/hr - 9 bar (90 metres head)
Potable Water:	1 x 150 m3/hr - 9 bar (90 metres head)
Ballast Water:	1 x 250 m3/hr - 2.5 bar (25 metres head)
Drill Water:	1 x 150 m3/hr - 9 bar (90 metres head)
Drilling Brine:	1 x 150 m3/hr - 9 bar (90 metres head)
NLS (Brine / Liquid Mud / Base Oil):	5 x 100 m3/hr - 18 bar each serving one pair of NLS Tanks
Dry Bulk:	2 x Sets Cargomaxx/Van Aalst Systems, 75 t/hr, with weighing facility
Cargo Flow Meters :	Fuel oil and fresh water
Special liquid (Methanol):	Prepared for future installation of an HPU to serve the LFL* cargo discharge pumps.
Hose Connections :	Fuel – 4 inch Mann quick release self-sealing female connection. 12 bar pressure Potable Water - 4 inch Anson hammer lug female connection 12 bar pressure Drill Water – 4 inch Anson hammer lug female connection 12 bar pressure NLS including Brine – 4 inch Mann quick release self-sealing male coupling 24 bar pressure Dry Cement – 5 inch Anson Hammer lug male coupling 12 bar pressure

Dynamic Positioning

Type:	GE Energy DPS21 - Duplex DP+IJS
Reference Systems:	1 off Veripos DGPS LID6-GG2 1 off Veripos DGPS LHD6-GG2 1 off Cyscan Mk 4 (Prepared for HPT transceiver deployment)
Control Modes:	Manoeuvre / FU Position and Transit / Autopilot Position Aft bridge, Manual Thruster Control levers, Independent Joystick System and 2 DP workstations
Joystick:	Independent IJS fixed joystick

External Fire Fighting

Capacity:	3700 m3/hr pump driven by electric motor
Monitors:	2 x 1200 m3/hr
Throw Length:	120 metres from bow
Throw Height:	50 metres at 70 metres distance
Drenching System:	1300 m3/hr combined with main pump

Standby Rescue Equipment

- 1 x Mob boat MP-660 Springer with 230hp inboard engine and water jet propulsion
Maximum speed 3 persons 32 knots
Maximum capacity – 10 persons
- Rescue zone on both port and starboard side Main Deck
- Stb Lifeboat certified as additional Rescue Boat

M/V Pacific Leader

Brake Horsepower	10,620 BHP	Clear Deck Space	912 m2
Deadweight	5,000 - 5,258 tonnes	Deck Cargo Capacity	2,500 tonnes

Main Engines / Generators / Thrusters

Main Engines:	4 x 1980 kW (4 x 2655 bhp = 10620 bhp) @ 720 rpm, MAN Diesel & Turbo 6L27/38 TIER II compliant
Generators:	1 x 340 kW @1800 rpm / 450V / 3ph / 60Hz (also harbour generator), TIER II compliant
Stern Thrusters / Propulsion:	2 x 2500 kW Inovelis POD GE, Azimuth
Fwd Thrusters:	3 x 965 kW (3 x 1294 bhp) electric motor driven tunnel type, CPP, frequency controlled

Speed

Service speed:	14 knots
Max speed:	15 knots

Anti-Pollution

Dispersant Tank:	15.2 m3
Spray Nozzles:	Fixed installed spray nozzles for neat and dilute, port and starboard side

Accommodation

Berths:	15 x 1 man (single) cabins
	3 x 2 man (double) cabins
	4 x 4 man (quadruple) cabins
	37 berths total
	1 x Messroom (with TV Lounge)
	1 x Hospital (2 beds)
	1 x Gymnasium

Environmental Features

1. All NLS cargo tanks built with free flowing design with external stiffening 2 metres from the bottom and sloped bottoms.
2. Oily Water Separator. Certified in accordance with IMO MEPC.107(49)
3. Sewage Treatment Plant certified to the latest IMO MEPC.159(55)
4. Prepared for future installation of a Ballast Water Treatment Plant
5. Cargo loading and discharge stations provided with save-alls to an inboard Saveall Drains Tank
6. Incinerator capable of burning plastics

Miscellaneous

1. Zöllner Sound Reception System SRD 414/2
2. NLS Cargo re-circulating pumps, 5 x 90m3/hr - 5 bar
3. 5 x Cargomaxx design tanks, square shape, pyramid bottom shape + 4 x Cargomaxx re-loader tanks with respective weight measurement system
4. Prepared for future installation of an N2 generator

M/V Pacific Leader

Brake Horsepower	10,620 BHP	Clear Deck Space	912 m2
Deadweight	5,000 - 5,258 tonnes	Deck Cargo Capacity	2,500 tonnes

5. Space for the fitting of a non structural Foam Tank (2.7 m3) to be used on a future installation of a fixed foam fire extinguishing system for protection of the cargo deck area
6. NLS cargo tanks are arranged in 5 pairs, each pair of tanks fitted with a recirculating dedicated single pump and internal spray nozzles inside each tank
7. Dry Bulk CargoMaxx tanks prepared with flange penetrations for the future connection to the cargo fresh water system
8. 2 x totally enclosed lifeboats (38 persons capacity) fitted together with respective davits, one port and one starboard side
9. 2 x 12 man life rafts, davit launched one P & S
10. Wood sheathed main deck
11. 3 x Xenon 2000W search lights on top of bridge, remotely controlled

M/V Pacific Leader

Brake Horsepower 10,620 BHP

Deadweight 5,000 - 5,258 tonnes

Clear Deck Space 912 m2

Deck Cargo Capacity 2,500 tonnes

FUEL EFFICIENCY

FUEL OIL CONSUMPTION ON PASSAGE

Fuel Oil Consumption (t/24 hours)-Seastate 4 ^Φ				
Draft(m)	10.00 knot	12.00 knot	14.00 knot	15.00 knot
4.5	7.80	9.00	15.60	20.92
5.0	8.43	9.83	17.00	22.79
5.5	9.12	10.64	18.41	24.63
6.0	9.81	11.38	19.88	26.45
6.44	10.31	12.00	21.00	27.71
6.80	10.82	12.56	22.00	29.09

Φ: Seastate 4 is Moderate breeze, 11–16 knot wind, 3.5–6 ft wave height



DAMEN PLATFORM SUPPLY VESSEL 4000 CD

GENERAL

BASIC FUNCTIONS
CLASSIFICATION

Offshore supply
1A1, SF, EO, Offshore Service Vessel,
Supply – DYNPOS AUTR, DK(+), HL(2.8),
COMF V(3), C(3), CLEAN DESIGN,
NAUT-OSV(A), OILREC, RECYCLABLE

DIMENSIONS

LENGTH O.A.	87.40 m
BEAM MLD.	17.60 m
DEPTH MLD.	7.80 m
DRAUGHT SUMMER	6.25 m
DEADWEIGHT (SUMMER)	4100 t
DECK AREA	840 m ²
DECK LOAD (VCG AT 1 M ABOVE DECK)	2100 t

TANK CAPACITIES

BALLAST / DRILL WATER	1400 m ³
FUEL OIL (SERVICE)	550 m ³
FRESH WATER	710 m ³
LIQUID MUD / BRINE	1020 m ³
FUEL OIL CARGO	1050 m ³
BASE OIL (COMBINED WITH FUEL OIL)	500 m ³
DRY BULK	300 m ³
OPTIONAL RECOVERED OIL	1500 m ³
OPTIONAL LFLP*	300 m ³

PERFORMANCES (APPROX.)

SPEED (AT 5.00 M DRAUGHT)	14.5 kn
---------------------------	---------

PROPULSION SYSTEM

MAIN ENGINES	Diesel-electric, 690 V, 60 Hz
PROPULSION POWER	2x Electric motors of 2200 kW each
AZIMUTING THRUSTERS	2x Twin-propeller thrusters; each 2 x FP propeller, 2650mm diameter
BOW THRUSTERS	2x 900 kW, 2000 mm, FP
OPTIONAL RETRACTABLE THRUSTER	

AUXILIARY EQUIPMENT

NETWORKS	690 V, 440 V and 230 V – 60 Hz
MAIN GENERATOR SETS	4x 1700 ekW at 1800 rpm
EMERG./HARBOUR GEN. SET	1x 238 ekW at 1800 rpm
SHORE SUPPLY	1x 300A

DECK LAY-OUT

ANCHOR MOORING WINCH	1x Electric-hydraulic, with rope drum and two warping heads
CAPSTANS	2x Electric, each 5 t pull
DECK CRANE	1x Knuckle boom 2.3t at 11 m (harbour)
TUGGER WINCH	2x Electric-hydraulic, 10 t pull

CARGO HANDLING SYSTEM

BALLAST / DRILL WATER PUMP	2x 200 m ³ /hr
LIQUID MUD PUMP	2x 100 m ³ /hr
FUEL OIL PUMP	2x 200 m ³ /hr
FRESH WATER PUMP	2x 200 m ³ /hr
DRY BULK SYSTEM	2x 75 ton/hr
LIQUID MUD SYSTEMS	Agitators, circulation system, hot-water tank cleaning system

ACCOMMODATION

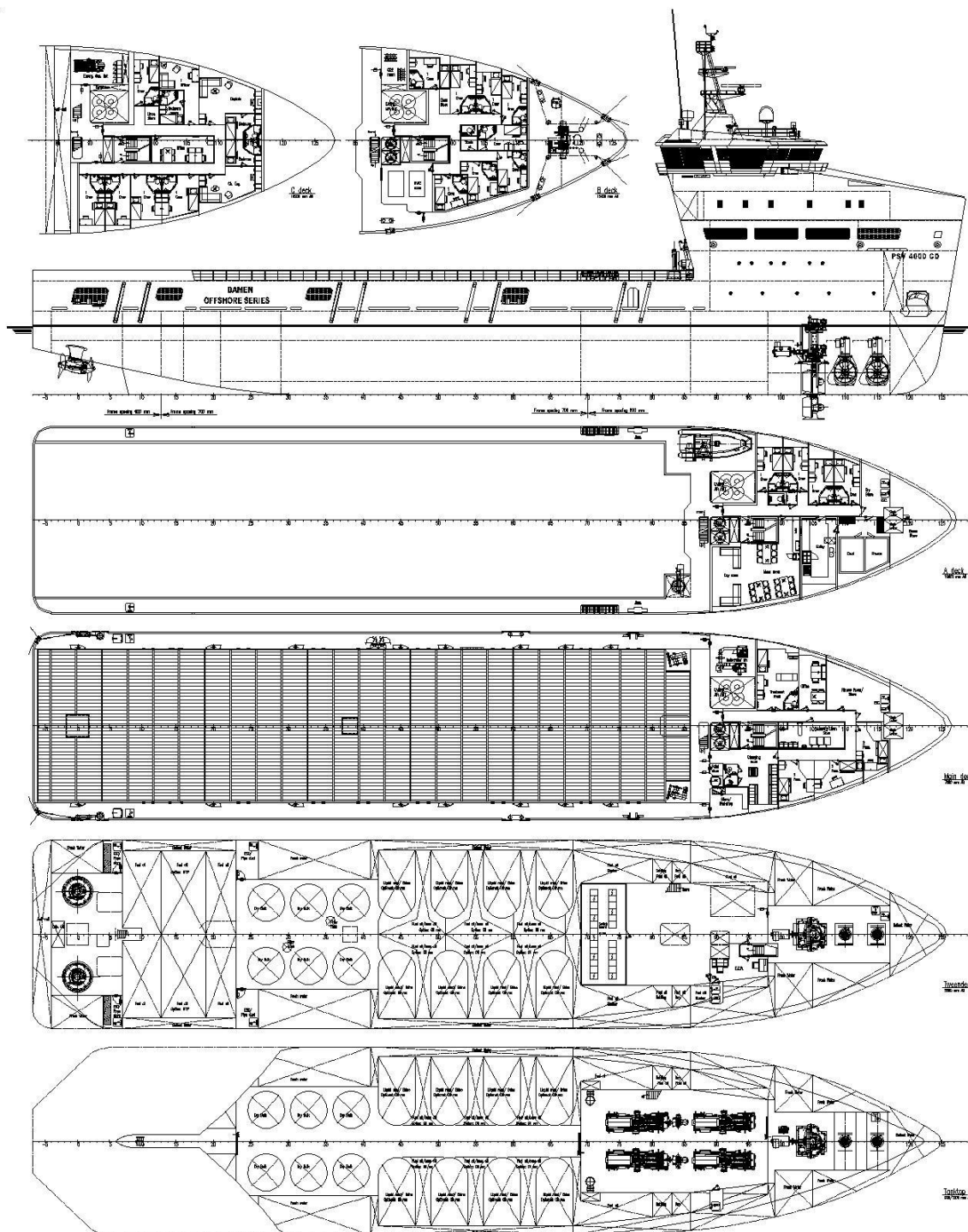
CREW	20 persons
PASSENGERS	6 persons
FULLY COMPLIANT WITH MLC 2006	
CABINS PROVIDED WITH INTERNET, TELEPHONE AND SATELLITE TV	

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

NAUTICAL	Radar X-band + S-band, ECDIS, Conning
DP- SYSTEM	DP-2
GMDSS	Area A3

OPTIONS

3rd tunnel thruster or retractable thruster
Capacity for Low-flash point liquids, recovered oil
Fire-fighting Ship 1
Waste heat recovery system
Exhaust gas cleaning system (SCR)
Damen E3 trademark
Medium-speed generator sets



DAMEN PLATFORM SUPPLY VESSEL 4000 CD

DAMEN

DAMEN SHIPYARDS GORINCHEM

Member of the DAMEN SHIPYARDS GROUP



Industrieterrein Avelingen West 20
4202 MS Gorinchem

P.O. Box 1
4200 AA Gorinchem
The Netherlands

phone +31 (0)183 63 99 11
fax +31 (0)183 63 21 89

info@damen.com
www.damen.com

TECHNICAL SPECIFICATION

Bourbon Topaz

PSV Plattform Service Vessel

P 105



Revision: 15.02.2006

IMO no: 9325829

DNV id no: 25678

MMSI: 258552000

Call Sign: LMXS

MAIN DESCRIPTION		MEASUREMENT	
Type:	P 105	Lenght oa:	86,20 m
Classification:	DnV + 1A1, Supply Vessel, SF, E0, DYNPOS-AUTR, LFL*, CLEAN, COMF-V (3), DK(+), HL(+), OILREC, NAUT-OSV (LOC)	Lenght bpp:	75,40 m
Yard:	Ulstein Verft AS	Breath moulded:	19,00 m
Yard built no:	267	Depth moulded:	8,00 m
Place built:	Ulsteinvik	Draught max:	6,65 m
Country built:	Norway	Gross tonnage GT:	3745 GRT
Delivered:	February 2005	Corresponding DWT:	4847 DWT
Flag:	NOR	Net tonnage NT:	1146 NT
Port of registry:	Fosnavåg		
Owner:	Bourbon Ships AS	ISM-Responsible:	Bourbon Offshore Norway AS

CARGO CAPACITY		DISCHARGE RATES	
Deck cargo:	2840 T, VCG 1m ab. Main deck	Loading/Discharge station:	2 each side. 4"/5" Weco/TODO connection
Deck area:	960 m ²	Fuel discharge rate:	2 pumps a' 250m ³ /h and 9 bar, frequency controlled
Deck strength:	10,0 t/m ² aft of fr. 47, 5,0 t/m ² elsewhere and 12T axle load	Mud discharge rate:	4 pumps a' 100m ³ /h and 18 bar, frequency controlled
Fuel (gasoil):	1375,8 m ³	Brine discharge rate:	2 pumps a' 150m ³ /h and 18 bar, frequency controlled
Liquid Mud:	837,1 m ³	Drillwater discharge rate:	2 pumps a' 250m ³ /h and 9 bar, frequency controlled
Brine:	634,8 m ³	Dry Bulk discharge rate:	2 BHS compressors a' 30 m ³ /min each at 6 bar, 100
Drillwater/Ballast:	580,2 m ³ / 1520,2 m ³	Base Oil discharge rate:	2 pumps a' 250m ³ /h and 9 bar, frequency controlled
Base Oil:	355,3 m ³	Fresh Water discharge rate:	2 pumps a' 250m ³ /h and 9 bar, frequency controlled
Dry Bulk:	288,00 m ³ , 6 x 48m ³ vertical tanks	Glycol discharge rate:	2 pumps a' 100m ³ /h and 9 bar, frequency controlled
Fresh Water:	1009,6 m ³	Methanol discharge rate:	2 pumps a' 100m ³ /h and 9 bar, hydraulic motor
Glycol (MEG, TEG):	202,60 m ³	Slop discharge rate:	1 pumps a' 150m ³ /h and 18 bar, frequency controlled
Methanol:	163 m ³		
Oil Recovery:	1095 m ³		
Slop:	313,8 m ³		

MACHINERY / PROPULSION			
Main Engine set 1:	2 x Caterpillar 3516 TA 1825 kW-1800RPM	Bow Thruster 1:	1 x Kamewa Ulstein TT 2200 DNP-CP, 241 rpm 883 kW
Main Engine set 2:	2 x Caterpillar 3516 TA 1825 kW-1800RPM	Compass Thruster Forward:	1 x Ulstein Aquamaster TCNS 73/50-180, 883kW
Propulsion Aft:	2 x Rolls & Royce Azipull Thrusters, AZP 120, 2500 kW	Main Generators set 1:	2 x Siemens 1FJ3564-4, 2028kVA/440V/60Hz
Total BHP:	9789 BHP	Main Generators set 2:	2 x Siemens 1FJ3564-4, 2028kVA/440V/60Hz
Total Kw:	7300 kW	Emergency Generator:	1 x Caterpillar C9, 200kW, 3x440V, 60Hz
Garbage handling facility:	Incinerator plant	Shore Connection:	50m 3x440V, 350A

PERFORMANCE / CONSUMPTION		ACCOMODATION	
Max Speed/Consumption:	15,5 knots, 1388 l/h - 4 engines	Cabins/Beds:	13 x 1M, 6 x 2M
Service Speed/Consumption:	13 knots, 800 l/h - 2 engines	Crew/Passengers:	Accommodations for 25 persons
Economical Speed/Consumption:	12 knots, 700 l/h - 2 engines	Mess/Dayroom:	1 x messroom, 2 x dayroom, 1 x deck pantry
Standby Mode:	290 l/t	Cool store/Freezer:	4,5 m ² / 4,5 m ²
Port Consumption:	1,0 m ³	Dry Provision:	12 m ²

DECK EQUIPMENT	
Tugger winch:	1 x Hydrakraft 15T, 1 x Hydrakraft 20T, Reduced to 2 x 10T
Crane 1:	1 x Pallfinger Marine, PK 120000 MA
Capacity 1:	10T SKL, 8,0m (maks range 17m w/reduce load)
Crane 2:	1 x TTS Marine AS, GPK 260-10-10
Capacity 2:	10t / 10m
Anchors conventional:	Spek anchors 2 x 3060kg
Chain cables conventional:	495m (total length), stud link ø44mm NV K3
Windlass:	1 x Rauma Brattvåg, LBFMG6-304-4-C
Capstans:	2 x 10T Hydrakraft, 200252

RESCUE EQUIPMENT			
Rescue class:	Prepared for FI-FI II	Radar transponders:	2 x Jotron Tron Sart
Hospital:	16 m ² incl. Toilet	Emergency Beacon:	1 x Jotron 40S,FB-4
Fire Fighting equipment:	Co ² /Water mist in eng. rooms	GMDSS VHF's:	3 x Jotron Tron TR20
MOB Boats:	1 x Mare Safety GRP 700	Survival Suits:	25 x survival suits, 4 x working suits
Heave compensated davits:	1 x Servi Technics HRT 3200	Life Jackets:	29 x SeaMaster adult
Rescue Regulation:	NMD	Life rafts:	4 x Viking 25DK

NAVIGATION AND COMMUNICATION EQUIPMENT			
Radar 3 cm:	1 x Furuno FAR-2827 X-band, Arpa/AIS/Interswitch	GMDSS Sea Area:	A3
Radar 10 cm:	1 x Furuno FCR-2837S S-band, Arpa/AIS/Interswitch	MF/HF Radio:	1 x Skanti TRP 1250
Radar slave:	1 x 17" monitor aft. w/control	DSC Receiver:	Interfaced in TRP 1250
Gyro:	3 x Anschutz std 22 gyrocompass	VHF 1:	1 x SKANTI VHF 1000 DSC
Compass:	1 x Plath Reflecta	VHF 2:	1 x SKANTI VHF 1000 DSC
Autopilot:	1 x Anschutz Pilotstar D	VHF 3:	1 x SKANTI VHF 1000 P
Chart Plotter:	2 x Furuno TECDIS / CONNING	VHF 4:	1 x SKANTI VHF 1000 P
Navtex:	1 x SRH NAV-5	UHF:	3 x Motorola GM-360
Joystick:	1 x Kongsberg Simrad	Portable VHF:	N/A
AIS:	1 x Furuno FA-100 interfaced to electronic charts	Portable UHF:	3 x Motorola GP 900
VDR:	1 x Furuno voyage data recorder VR-5010	Mobile Telephone 1:	1 x NOKIA 22, interfaced to PABX
SSAS:	N/A	Mobile Telephone 2:	1 x NOKIA 22, interfaced to PABX
Echo Sounder:	1 x Furuno FE-700	Mobile Telephone 3:	1 x NOKIA 30, interfaced to Raydex
Speed log:	1 x Furuno DS-80 doppler log	Iridium:	N/A
Satellite Navigator (GPS):	1 x Furuno GP-90, 12 channel	Sat C 1:	1 x Thrane & Thrane TT-3020C
DP:	1 x Dynpos AUTR,Kongsberg SDP21	Sat C 2:	1 x Thrane & Thrane TT-3020C
DP Reference 1:	1 x DPS 700 (consists of DPS132/DPS200)	Fleet 77:	1 x Thrane & Thrane TT-3038C
DP Reference 2:	Inmarsat / IALA	Vsat Data/Phone link:	128kb up/down-stream, 2 x voice
DP Reference 3:	1 x Fanbeam Mk4	Intercom System:	UlsteinCom Data/Phone/TV
DP Reference 4:	1 x MRU 2 / 1 x MRU 5		
Wind Sensors:	2 x Gill WindObserver II Anemometer		



DAMEN PLATFORM SUPPLY VESSEL 6000 CD

GENERAL

BASIC FUNCTIONS
CLASSIFICATION

Offshore supply
#1A1, SF, EO, Offshore Service Vessel,
Supply – DYNPOS AUTR, DK(+), HL(2.8),
COMF V(3), C(3), CLEAN DESIGN,
NAUT-OSV(A), RECYCLABLE

DIMENSIONS

LENGTH O.A.	89.90 m
BEAM MLD.	21.00 m
DEPTH MLD.	9.00 m
DRAUGHT SUMMER	7.10 m
DEADWEIGHT (SUMMER)	6300 t
DECK AREA	1110 m ²
DECK LOAD (VCG AT 1 M ABOVE DECK)	3000 t

TANK CAPACITIES

BALLAST / DRILL WATER	2400 m ³
FUEL OIL (SERVICE)	640 m ³
FRESH WATER	1400 m ³
LIQUID MUD / BRINE	1600 m ³
FUEL OIL CARGO	1600 m ³
BASE OIL (COMBINED WITH FUEL OIL)	500 m ³
DRY BULK	300 m ³
OPTIONAL RECOVERED OIL	1500 m ³
OPTIONAL LFLP*	350 m ³

PERFORMANCES (APPROX.)

SPEED (AT 5.00 M DRAUGHT)	14 kn
---------------------------	-------

PROPULSION SYSTEM

MAIN ENGINES	Diesel-electric, 690 V, 60 Hz
PROPULSION POWER	2x Electric motors of 2500 kW each
AZIMUTING THRUSTERS	2x FP propeller, 2800mm diameter
BOW THRUSTERS	2x 900 kW, 2000 mm, FP

AUXILIARY EQUIPMENT

NETWORKS	690 V, 440 V and 230 V – 60 Hz
MAIN GENERATOR SETS	4x 2050 ekW at 1800 rpm
EMERG./HARBOUR GEN. SET	1x 240 ekW at 1800 rpm
SHORE SUPPLY	1x 300A

DECK LAY-OUT

ANCHOR MOORING WINCH	1x Electric-hydraulic, with rope drum and two warping heads
CAPSTANS	2x Electric, each 10 t pull
DECK CRANE	1x Knuckle boom 3t at 11 m (harbour)
TUGGER WINCH	2x Electric-hydraulic, 10 t pull

CARGO HANDLING SYSTEM

BALLAST / DRILL WATER PUMP	2x 200 m ³ /hr
LIQUID MUD PUMP	2x 100 m ³ /hr
FUEL OIL PUMP	2x 200 m ³ /hr
FRESH WATER PUMP	2x 200 m ³ /hr
DRY BULK SYSTEM	2x 75 ton/hr
LIQUID MUD SYSTEMS	Agitators, circulation system, hot-water tank cleaning system

ACCOMMODATION

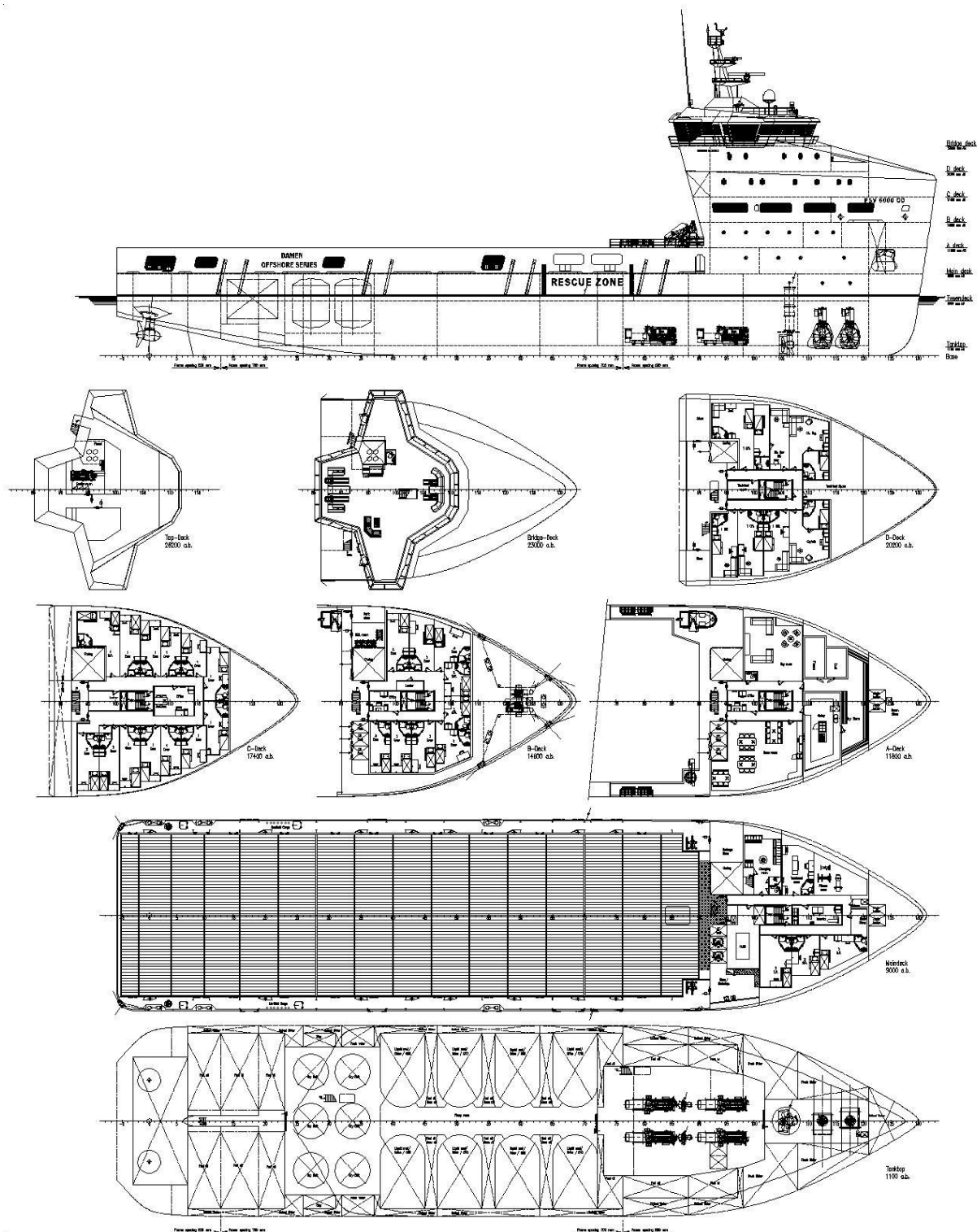
NUMBER OF CABINS	32
NUMBER OF PERSONS	49 (depending on cabin arrangement)
FULLY COMPLIANT WITH MLC 2006	
CABINS PROVIDED WITH INTERNET, TELEPHONE AND SATELLITE TV	

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

NAUTICAL	Radar X-band + S-band, ECDIS, Conning
DP- SYSTEM	DP-2
GMDSS	Area A3

OPTIONS

3rd tunnel thruster or retractable thruster
Capacity for Low-flash point liquids, recovered oil
Fire-fighting Ship 1
Waste heat recovery system
Exhaust gas cleaning system (SCR)
Damen E3 trademark
Medium-speed generator sets



DAMEN PLATFORM SUPPLY VESSEL 6000 CD

DAMEN

DAMEN SHIPYARDS GORINCHEM

Member of the DAMEN SHIPYARDS GROUP



Industrieterrein Avelingen West 20
4202 MS Gorinchem

P.O. Box 1
4200 AA Gorinchem
The Netherlands

phone +31 (0)183 63 99 11
fax +31 (0)183 63 21 89

info@damen.com
www.damen.com



MV "Troms Arcturus " VARD PSV 07 CD

SPECIFICATION AND DATA

REGISTRY INFORMATION

Vessel Name	MV Troms Arcturus
Vessel Call sign	LKNL
IMO No.	9694000
Ship Owner	Troms Offshore Fleet 2 AS
Operator	Troms Offshore Management AS
Port of registry	Tromsø, Norway
Building year	2014
Yard	VARD Aukra
Register	NOR
Flag	NOR
V-Sat	+47 77587510
V-Sat	+47 77587511
GSM Mobile 1	+47 99102427
GSM Mobile 2	+47 99113819
E-Mail	Captain@arcturus.tromsoffshore.no bridge@arcturus.tromsoffshore.no
Number of crew:	16
Crew nationality	Norwegian

CLASSIFICATION INFORMATION

Classification society	Det Norske Veritas
Type of vessel	Platform supply vessel PSV. VARD CD 07
Class	DNV 1A1 ICE-C DYNPOS-AUTR, Clean Design, Comf-V(2)-C(3), E0, LFL*, SF, Oil.Rec ,DK+HL 2,8 NAUT-OSV(A), Winterized Basic, NMD Rescue (150) NOFO 2009,
Planned Maintenance System	OCS Premaster PRO
ERN	99,99,99,99

VESSEL MEASUREMENTS

Gross tonnage	4969 t
Net tonnage	1891 t
Length overall	94,65 m
Length between PP	84,75 m
Breadth, Molded	21 m
Depth, Molded	8,50 m
Draught max (summer)	7,031 m
Dead weight at max draught (summer)	6066,68 t
Bulwark height / height of rail	3,0 M

CARGO EQUIPMENT

Cranes:	Provision service crane Aukra Maritime AFB 28/10 Aukra Maritime AKC 80 HE4 1. Outreach from rail: 5.3 m- SWL: 2 mt Position: aft of superstructure on port side. 2. Outreach from rail: 10,3m- SWL: 4 mt Position: aft of superstructure on stab. side.
Agitators in mud tanks	Yes
Tank washing system	Yes
Bulk cargo stations	2 x Midships STB / PS / 2 x Aft STB / PS
Vessel able to load/discharge simultaneously	Yes

CARGO DECK CAPACITIES

Deck area	1150 m ² (L= 66 m B = 17.46 m)
Useable Deck area	Useable 1113 m ² (L=63,76 m B = 17.46 m)
Deck cargo capacity	3400 t
Deck strength	10 t/m ²

TANK CAPACITIES

	Tank Capacity	Pump capacity	Pump pressure	Number of tanks
Fuel oil cargo	880 m ³	2 x 200 m ³ /h	9 bar	6
Fuel oil domestic	784 m ³			18
Water ballast*	2690 m ³	2 x 200 m ³ /h	9 bar	22
Fresh water	828 m ³	2 x 200 m ³ /h	9 bar	11
Drill water*	2690 m ³	2 x 200 m ³ /h	9 bar	22
Dry bulk	300 m ³	2 x 30.5 m ³ /h	5.6 bar	6
Brine*	400/700 m ³	2 x 100 m ³ /h	20.7 bar	4/8
Methanol	150 m ³	2 x 75 m ³ /h	9 bar	2
Base oil	152 m ³	1 x 100 m ³ /h	9 bar	2
Liquid Mud*	1003 m ³	4 x 100 m ³ /h	24 bar	8
Urea tank	64 m ³	N/A	N/A	1
ORO*	m ³	14 x 100 m ³ /h	7 bar	14

* Includes combination tanks

MACHINERY/PROPULSION

Main engines	3 x RR Bergen Diesel C25:33 L8ACD 2560 Kw
Main generators	3 x ABB AMG 0560LQ08 2457 Kw/2730 Kva
Main propellers	2 x RR AZIPULL AXP 100 CP 2200 Kw
Azimuth bow thruster	1 x RR TNCS 73/50-180/880 KW
Bow thruster	2 x RR tunnel thruster/TT2400 DNP CP 1200 KW
Emergency generators	Scania DI126M 199 Kw
SRC – catalytic converter	Yes

PERFORMANCE/CONSUMPTION

Full speed	16 knots – 24,8 m³/day
Service speed	12 knots – 14 m³/day
Economical speed	11 knots – 12 m³/day
Stand/by	3,5 m³/day
DP operation by rig	6 m³/day
In port	2 m³/day

NAVIGATION AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Radar 10 cm	Furuno FAR-2137S
Arpha radar 3 cm	Furuno FAR-2117
Autopilot	Anschutz Pilot Star D
Gyro	Anschutz Standard 22
GPS	2 x Furuno GP-150
AIS	Furuno FA-150
Speed log	Furuno DS-80
Echo sounder	Furuno FE-700
Digital speed and distance repeater	2x Furuno RD 33
GSM telephone	Samsung Portable
Electronic chart computer ECDIS	2 x Telco Tecdis
UHF Portable radio	Motorola GP-340 & GP-380ATX
Inmarsat C	Sailor 6110 GMDSS
Radio Station MF/HF	Sailor 6301
Radio Station VHF/DSC	Sailor 6222
DSC terminal	MF/HF Sailor 6210

DP SYSTEM

DP system	Kongsberg K-Pos DP11
Joystick	Kongsberg C-Joy Constant
Reference systems	2 x DGPS, and Radius

LIFE SAVING EQUIPMENT

NMD	150
FRC (STB)	NA
FRC (PS)	Mare Safety GTC700-2VD 10 per redundant water jets
Rescue Net	Dacon Scop
Rafts	4 x 25 persons Viking 25 DK
Davit	1 x Aukra Maritime AMTDT-3700

ACCOMODATION

Total capacity	28 Beds
1 men cabins	14 x 1
2 men cabins	7 x 2
4 men cabins	N/A
Hospital	1
Available for charter	13



MV "Troms Artemis" PSV VS 485 CD

SPECIFICATION AND DATA

REGISTRY INFORMATION

Vessel Name	MV Troms Artemis
Vessel Call sign	3YOV
IMO No.	9544516
Ship Owner	GSE Shipping 1 KS
Operator	Troms Offshore Management AS
Port of registry	Tromsø, Norway
Building year	2011
Yard	Hellesøy Verf AS
Register	NOR
Flag	NOR
V-Sat Bridge	+47 21 61 56 40
V-Sat Bridge	+47 21 61 56 41
V-Sat Engine	+47 21 61 56 39
GSM Mobile Duty Officer	+47 90 47 24 78
GSM Mobile Bridge	+47 90 53 43 08
GSM Fax	N/A
E-Mail	Captain@artemis.tromsoffshore.no bridge@artemis.tromsoffshore.no
Number of crew:	12
Crew nationality	Norwegian/Scandinavian

CLASSIFICATION INFORMATION

Classification society	Det Norske Veritas
Type of vessel	Platform supply vessel PSV. Design VS 485 CD
Class:	DNV 1A1, ICE-C, OILREC, NOFO 2009,SF, LFL*, COMF-V(3)C(3), E0, DYNPOS-AUTR, NAUT-OSV(A), CLEAN DESIGN, DK(+), HL(2.8), COAT-PSPC(B)
Planned Maintenance System	OCS Premaster
ERN	99,99,99,76

VESSEL MEASUREMENTS

Gross tonnage	4356 t
Net tonnage	1800 t
Length overall	85 m
Length between PP:	77,70 m
Breadth, Molded	20 m
Depth, Molded	8,60 m
Draught max (summer)	7,163 m
Dead weight at max draught (summer)	5483
Bulwark height / height of rail	4,4 m

CARGO EQUIPMENT

Cranes	Provision service crane TTS Marine, GPT 80-3-13 TTS Marine, GPK 115-3-13 <ol style="list-style-type: none"> 1. Outreach from rail: 7 m- SWL: 3mt Position: aft of superstructure on port side. 2. Outreach from rail: 11,5 m- SWL: 3mt Position: aft of superstructure on stab. side.
Agitators in mud tanks	Yes
Tank washing system	Yes
Bulk cargo stations	1 x each side mid ship. Station aft port is only the 4 aft tanks. Station aft stbd is only the 4 fwd tanks.
Vessel able to load/discharge simultaneously	Yes

CARGO DECK CAPACITIES

Deck area	1005 m2 ((L=58,48m B=16,77m)
Useable Deck area	972 m2
Deck cargo capacity	2800 t
Deck strength	10 t/m2

TANK CAPACITIES

	Tank Capacity	Pump capacity	Pump pressure	Number of tanks
Fuel oil	903 m3	2 x 150 m3/h	9 bar	5
Water ballast*	2546 m3	2 x 150 m3/h	9 bar	24
Fresh water	955 m3	2 x 150 m3/h	9 bar	10
Drill Water*	2165 m3	2 x 150 m3/h	9 bar	22
Dry bulk	330 m3	2 x 1735 m3/h	6 bar	6
Brine*	418 m3	2 x 150 m3/h	23 bar	2
Methanol	146 m3	1 x 75 m3/h	7 bar	1
Special product	146 m3	1 x 75 m3/h	9 bar	1
Base oil	203 m3	2 x 100 m3/h	9 bar	2
Liquid Mud*	693 m3	2 x 100 m3/h	24 bar	6
Urea tank	N/A	N/A	N/A	N/A
ORO*	1808 m3	8 x 100 m3/h	7 bar	14

* Includes combination tanks

MACHINERY/PROPULSION

Main engines	4 x CAT 3516 BTA 1901 Kw
Main generators	4 x AvK DSG 86 M1-4W
Main propellers	2 x Steerprop SP 35 CRP Azimuth - 2300 Kw
Azimuth bow thruster	1 x Brunvoll ret. thruster AR-63-LNC-1650-800 KW
Bow thruster	2 x Brunvoll tunnel thruster FU-74-LTC-2000-1000kW
Emergency generators	Volvo Penta D9A MGRC 265kW; 1800rpm

PERFORMANCE/CONSUMPTION

Full speed	15 knots – 24 m³/day
Service speed	12 knots – 16 m³/day
Economical speed	11 knots – 12 m³/day
Stand/by	3,5 m³/day, weather depending.
DP operation by rig	5 - 6 m³/day, weather depending.
In port	2 m³/day

NAVIGATION AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Radar 10 cm	Furuno FAR-2137S
Arpha radar 3 cm	Furuno FCR-2117
Autopilot	Simrad AP-50
Gyro	3 x Simrad GC-80
DP system	Kongsberg DP II
GPS	Furuno GP-150
AIS	Furuno FA-150
Speed log	Skipper EML224
Echo sounder	1 x Furuno FE-700
Digital speed and distance repeater	Skipper IR300
GSM telephone	Nokia
Electronic chart computer ECDIS	Furuno Tecdis T-2137
GMDSS hand portable VHF	Jotron Tron TR-20
UHF Portable radio	Motorola GP-340
Inmarsat C	Furuno Felcom 15
Radio Station MF/HF	Furuno FS-2570C
Radio Station VHF/DSC	Furuno FM-8800S / Sailor RT2048
DSC terminal	MF/hf-furuno FS-2570C

DP SYSTEM

DP system	Kongsberg DP II K-pos 22
Joystick	Kongsberg C-Joy Constant
Reference systems	2 x DGPS and Fanbeam

LIFE SAVING EQUIPMENTS

Mob boat	1 x Norsafe Mako 655 Waterjet FRB
Rafts	4 x 25 persons Unior Solas Style TO
Davit	1 x HLT 3500 TTS

ACCOMODATION

Total capacity	23 beds
1 men cabins	11 x 1
2 men cabins	6 x 2
Available for charter	10 beds



ULSTEIN®

T U R N I N G V I S I O N S I N T O R E A L I T Y



M/V "BOURBON MISTRAL" M/V "BOURBON MONSOON"

Platform Supply Vessels with ULSTEIN X-BOW®

ULSTEIN PX105

Hull no. 275/276

Designed by Ulstein Design AS

Delivery 2006/2007 by Ulstein Verft AS

Built for Bourbon Offshore Norway

M/V "BOURBON MISTRAL" and M/V "BOURBON MONSOON" are Platform Supply Vessels with **ULSTEIN X-BOW®** designed by Ulstein Design AS. The vessels are built as platform supply vessels with additional duty as standby vessels for 250 persons. The vessels are equipped with a diesel electric power plant and azimuth main thrusters, ensuring the vessels to obtain the best operating characteristics in both sailing and DP/manoeuvring modes.

ULSTEIN X-BOW® hull design advantages as compared to conventional foreship with flare:

- Higher transit speed in calm water due to low angles of entry and increased waterline length
- No bow flare, eliminating bow impact and /

- or slamming in foreship
- Reduced noise and vibration levels in foreship due to soft entries in waves
- Less spray due to water not being thrown forward
- Negligible occurrences of green water on bridge deck
- Working deck and deck equipment better protected due to hull extended to full beam in accommodation area
- Higher transit speed in head sea, giving reduced power consumption and / or higher fuel efficiency both in waves and in still water
- Lower pitch and heave accelerations due to foreship volume distribution and slender hull lines

M/V "BOURBON MISTRAL" and M/V "BOURBON MONSOON" are environmental friendly ships in all respects. The ships are arranged with exhaust catalysts for all main engines exhaust lines, and are certified by Det Norske Veritas according to the latest rules for class Clean Design entered into force 01.01.06.

A **Green Passport** complying with IMO ship recycling recommendations is issued.

M/V "BOURBON MISTRAL" and M/V "BOURBON MONSOON" are built, equipped, and painted - tanks and exterior - in drydock inside covered dockhall, thus ensuring controllable atmosphere and the best quality of work.



BOURBON

Shipbuilding by Ulstein Verft AS: Ulstein builds sophisticated vessels with a strong focus on innovative technological solutions and methods



MAIN DIMENSIONS

Length over all	approx. 88,8	m
Length between p.p.	82,0	m
Breadth moulded	19,0	m
Depth to main deck	8,0	m
Draught max	6,6	m

CAPACITIES

Fuel oil (MDO)	917	m ³
Fresh water	1261	m ³
Ballast water	1520	m ³
Brine	552	m ³
Chemicals, Marpol category A (4 tanks)	289	m ³
Liquid mud, 6 tanks, 2,5 t/m ³	925	m ³
Base oil	157	m ³
Dry bulk tanks (6 off)	391	m ³
Urea	20	m ³
Cargo deck area (62,3 m x 16,1/12,9 m)	985	m ²
Cargo deck loading	10	t/m ²
Cargo rail height	4,14	m
Deck load (VCG 1,0 m above main deck)	3000	ton
Deadweight at max draught 6,6 m	4779	ton
Gross tonnage, international	3867	GRT
Net tonnage, international	1160	NRT

CLASSIFICATION / FLAG

DnV ✱1A1, SF, E0, DynPos AUTR, CLEAN DESIGN, COMF-V(3), LFL*, ICE C, DK(+), HL(+), NAUT-OSV (LOC).
Standby Vessel 250 persons acc. to NMD regulation.
Flag: NOR.
NLS Certificate

PERFORMANCE

Max speed (at d=5.0m) approx. 15.5 knots

ACCOMMODATION

Hotel compliment of high standards and with capacity for 23 crew and 250 rescued persons.

- Two one-bed state cabins with day-room and bedroom
- Five one-bed cabins
- Six two-bed cabins
- One four-bed cabin
- Reception, rescue area, hospital, and morgue on main deck
- Galley and mess on A-deck
- Day room and Smoker's day room on B-deck
- Dry provisions, cooler, and freezer rooms adjacent to galley
- Separate engine control room on main deck

TECHNICAL DATA

Deck Cranes

- One telescopic boom crane, 2 t - 17 m

Dry bulk plant

- Six tanks, each of 65 m³
- Duplex BHS compressors, 2 x 29 m³/min, 6 bar
- Two dust cyclones with dust collectors
- Two segregated loading/discharge systems

Liquid Cargo Discharge Systems

- Two fresh water pump, 250 m³/h – 9 bar, centrifugal
- One brine pump, 100 – 24, screw spindle
- One brine pump, 125 – 9, centrifugal
- Two ballast / DW pump, 250 – 9, centrifugal
- Two fuel oil pumps, 250 – 9, screw spindle
- One base oil pump, 150 – 9, centrifugal
- Two mud pumps, 100 – 24, eccentric screw
- Four chemical pumps, 100 - 9, deepwell type, hydraulic driven
- All pumps are electric driven with freq. control
- Six electric agitators
- Inert gas generator for purging and padding of chemical tanks
- Tank washing system for mud and brine tanks
- Flowmeter for FO

Side Thrusters forward

- One tunnel thruster, 1200 kW, cpp, frequency controlled
- Retractable azimuth thruster, 850 kW, cpp, frequency controlled

Roll Damping System

- Two roll reduction tanks

Manoeuvring/Positioning

- Joystick
- Dynamic Positioning System dual redundant (IMO Class II) with:
Position reference systems:
 - DPS 700, Laser, Radius,
 - DP system is "hardware in the loop" (HIL) tested

Navigation / Communication

- S-band ARPA radar and X-band ARPA radar
- Digital chart system ECDIS (duplo)
- Conning station, VDR, AIS
- Radio installation according to GMDSS – area A3
- SEV-SAT

Internal Communication

- **ULSTEIN COM™** automatic telephone, data network, and satellite TV antenna signal to all offices and cabins
- TV satellite antenna

Deck Winches

- One double windlass / mooring winch
- Two tugger winches, pull 10 t
- Two capstans aft, pull 10 t

Lifesaving and medical equipment

- One fast rescue boat, twin engines and waterjets, 10 persons
- Medical package for 250 survivors

Machinery / Propulsion System

Diesel electric power and propulsion plant

- Four main generator engines, each of MCR 1665 bkW at 900 rpm
- Two off twin propeller azimuth thrusters, fixed pitch, variable speed, each of 2300 kW (max capacity 2750 kW at overspeed) diameter 2700 mm, speed 0-254 rpm with vertical integrated el. motors, variable speed 0-800 rpm

Fire Detection System

Addressable fire detection central

Video and monitoring system

A colour video camera system for rescue operations

Fire Fighting System

- Water mist protection system for engine room
- Local water mist protection system

Electric Power Plant (440 Volt AC – 60 Hz)

- Four main generators, each of 1580 ekW, 900 rpm, cosφ 0,9
- Power Management System (PMS), HIL tested
- Harbour generator, 340 ekW
- Emergency generator, 160 ekW

Electric Equipment

- **ULSTEIN** Main Switchboard 440 V, 220 V
- **ULSTEIN** Emergency Switchboard
- **ULSTEIN** consoles for ECR and bridge
- **ULSTEIN IAS™** (Integrated Alarm and monitoring System)

ULSTEIN VERFT AS

ULSTEIN P105



ULSTEIN DESIGN AS

Ulstein Design AS is one of the world's leading designers of advanced offshore vessels; primarily anchor-handling tug supply vessels, platform supply vessels and more specialised and multifunctional vessels. Ulstein Design will act as a connection point between shipowner, yard and equipment suppliers, developing solutions and adapting vessel designs to the yard's production organization. An Ulstein Design delivery can include basic design, detailed design and class drawings, equipment packages, project management teams (yard supervision) and commissioning based on the customer's need for support.



BOURBON OFFSHORE NORWAY AS

Bourbon Offshore Norway AS is a fully integrated offshore supply shipowning company with some 500 employees, most of them employed onboard vessels in the North Sea, West Africa, Brazil and Mexico. The company is a member of the Bourbon group, a leading player within offshore shipping providing shipborne supplies to oil and oil-related companies all over the world.




www.bourbon-offshore.no
www.ulsteingroup.com



ULSTEIN P105

M/V "BOURBON RUBY"
M/V "BOURBON SAPPHIRE"
M/V "BOURBON DIAMOND"



 **Large Platform Supply Vessels**
Designed by Ulstein Design AS
Built by Zhejiang Shipbuilding Co., China
Built for Bourbon Offshore Norway AS
Hull no. ZJB05-146/147/148
Delivered 2007-2008

 **Cargo deck area 990 m²**

 **Deadweight 4850 tonnes**

 **Oil recovery, Fire Fighter I**

 **Prepared for helideck and offshore crane**

“BOURBON RUBY”/“SAPPHIRE”/“DIAMOND” are large Platform Supply Vessels designed by Ulstein Design. The optimised hull form combined with diesel-electric propulsion systems ensure great performances with regards to fuel consumption, sea-keeping, station-keeping, speed and cargo capacity.

The vessels are equipped, built and certified according to IMO Class II for Dynamic Positioning.

ULSTEIN P105 is designed with focus on environmental impact and built according to Det Norske Veritas CLEAN class. The vessels are prepared for catalytic reactors to minimize NO_x emissions.

MAIN DIMENSIONS

Length over all	91.1 m
Length between p.p.	80.3 m
Breadth moulded	19.0 m
Depth to main deck	8.0 m
Draught max.	6.5 m
Design draught	6.0 m

TANK CAPACITIES

Fuel oil	1170 m³
Base oil	250 m³
Fresh water	980 m³
Ballast water	1360 m³
Drill water	950 m³
Liquid mud (600 m³ comb. with brine)	1170 m³
Brine (combined with mud)	600 m³
Dry bulk (6 x 50 m³)	300 m³
Chemicals (LFL*)	380 m³
Oil recovery	1080 m³

VESSEL CAPACITIES/PERFORMANCE

Deadweight	4700 tonnes
Cargo deck load (IMO A.469)	2850 tonnes
Cargo deck load (IMO A.534)	2650 tonnes
Cargo deck area	990 m²
Cargo deck strength	10 t/m²
Gross tonnage	4300 GRT
Net tonnage	1300 NRT

Trial speed	15.5 knots
Accommodation	50 persons

Station keeping	99, 99, 99 (ERN)
-----------------	------------------

CLASSIFICATION/FLAG

DNV✱1A1, SF, E0, DYNPOS-AUTR, OILREC, Fire Fighter I, CLEAN, COMF-V(3), LFL*, DK(+), HL(+), NAUT-OSV (SOC)

Flag: NOR

“BOURBON RUBY”/“SAPPHIRE”/“DIAMOND” are designed with a hotel complement with permanent capacity for 50 persons. TV and sound system in all cabins and day rooms. Conference room with overhead and internet connection facilities.

- Eight officer cabins
- One client cabin
- Five single cabins
- Five two berth cabins
- One four berth cabin
- Two four berth cabins with two bedrooms
- One six berth cabin
- Three six berth cabins with three bedrooms
- Hospital
- Galley, messroom (24 persons) with servery, two day-rooms
- Dry provision, cooler, and freezer room
- Conference room, office and client office
- Deck pantry, wardrobe, laundry, gymnasium
- Engine control room, instrument rooms

Deck cranes for cargo

- One knuckle boom crane SB, SWL 10 t at 10 m
- One knuckle boom crane PS, SWL 3 t at 15 m

Dry bulk system

- Six tanks for dry bulk
- One duplex BHS compressor unit
- Two BHS dust cyclones for ventilation lines
- Two BHS dust collectors for ventilation lines

Loading/discharging pumps

- Two fresh water cargo pumps, 250 m³/h - 9 bar
- Two brine (ORO) pumps, 100 m³/h - 24 bar
- One base oil pump, 150 m³/h - 9 bar
- Two ballast/drill water pumps, 250 m³/h - 9 bar
- Two fuel oil cargo pumps, 250 m³/h - 9 bar
- Four chemical pumps, 100 m³/h - 9 bar
- Two mud pumps (ORO), 100 m³/h - 9 bar
- Cargo systems are remote controlled and monitored from IAS

Loading/discharging systems on deck

- Loading/discharging connections on both sides amidships and one side aft
- Chemical system has loading/discharging connection amidships and aft, starboard side

Loading/discharging systems in pump room

- Discharge pipes for cargo systems to be used as filling lines with bypass line at pumps. Non return valves installed at pressure side of all cargo pumps.

Inert gas system

- Inert gas system for purging and padding of chemical product pipes and tanks with cofferdams

Side thrusters

- Two tunnel thrusters forward, 880 kW, controllable pitch
- One swing-up compass thruster forward, 880 kW, contr. pitch

Roll damping system

- Two roll reduction tanks connected to the water ballast system

Manoeuvring and positioning

- Dynamic positioning system - DNV AUTR, IMO Class II

- Two operator stations
- One redundant controller
- One DPS700 DGPS position reference system
- One laser reference system

Navigation and communication

- S-band ARPA radar and X-band ARPA radar
- Digital chart system ECDIS (duplex)
- One GPS for navigation
- Conning station, VDR, AIS
- Radio installation according to GMDSS A3, SatcomC, Fleet-77
- V-SAT communication with interface to ULSTEIN COM®

Winches

- Two hydraulic tugger winches, approx. 15 t pull
- One double hydraulic combined windlass/mooring winch

Lifesaving and rescue equipment

- Six life rafts, each 25 persons
- One MOB boat in single point davit

Machinery and propulsion system

- Diesel-electric power and propulsion plant, 690V-60Hz:
- Four main generator sets, each 1825 ekW at 1800 rpm
 - One harbour generator set, 315 ekW, 1800 rpm
 - One emergency generator set, 250 ekW, 1800 rpm
 - Two main azimuth thrusters with 360° rotation angle and controllable pitch, each approx. 2500 kW at 800 rpm
 - Two electric propulsion motors with frequency converters, each approx. 2500 kW at 1200 rpm

Integrated automation system (IAS)

Monitoring and control interface to following systems:

- Propulsion, main engines, thrusters
- Cargo system
- Tank sounding
- Power management system
- Loading computer
- E0 alarm system with deadman and watch call
- GPS, VDR

Fire fighting systems

- Fi-fi system according to class requirements for Fire Fighter I
- Foam system for chemical cargo system
- Fire fighting system of water mist type for engine room

Video and monitoring system

- CCTV system
- Four video cameras in engine room area, one in ECR

Electric equipment

- Main switchboard divided in 440 V and 220 V system, 60 Hz
- Emergency switchboard
- ULSTEIN COM® common distribution of automatic telephone, data network and satellite TV antenna signal to all offices and cabins
- ULSTEIN NAV

Special vessel features

- Prepared for helideck
- Prepared for offshore crane
- Oil recovery





DAMEN PLATFORM SUPPLY VESSEL 5000 CD

GENERAL

BASIC FUNCTIONS
CLASSIFICATION

Offshore supply
1A1, SF, EO, Offshore Service Vessel,
Supply – DYNPOS AUTR, DK(+), HL(2.8),
COMF V(3), C(3), CLEAN DESIGN,
NAUT-OSV(A), OILREC, RECYCLABLE

DIMENSIONS

LENGTH O.A.	90.00 m
BEAM MLD.	19.00 m
DEPTH MLD.	8.00 m
DRAUGHT SUMMER	6.30 m
DEADWEIGHT (SUMMER)	5000 t
DECK AREA	1020 m ²
DECK LOAD (VCG AT 1 M ABOVE DECK)	2800 t

TANK CAPACITIES

BALLAST / DRILL WATER	2000 m ³
FUEL OIL (SERVICE)	600 m ³
POTABLE WATER	1060 m ³
LIQUID MUD	1250 m ³
RECOVERED OIL (OPTION)	1500 m ³
FUEL OIL CARGO	1200 m ³
DRY BULK	380 m ³

PERFORMANCES (APPROX.)

SPEED (AT 5.00 M DRAUGHT)	14 kn
---------------------------	-------

PROPULSION SYSTEM

MAIN ENGINES	Diesel-electric, 690 V, 60 Hz
PROPULSION POWER	2x Electric motors of 2200 kW each
AZIMUTING THRUSTERS	2x Twin-propeller thrusters; each 2 x FP propeller, 2650mm diameter
BOW THRUSTERS	2x 880 kW, 1800 mm, FP

AUXILIARY EQUIPMENT

NETWORKS	690 V, 440 V and 230 V – 60 Hz
MAIN GENERATOR SETS	4x 1800 ekW at 900 rpm
EMERG./HARBOUR GEN. SET	1x 238 ekW at 1800 rpm
SHORE SUPPLY	1x 400A
HEATING SYSTEM	Waste heat recovery system

DECK LAY-OUT

ANCHOR MOORING WINCH	1x Electric-hydraulic, with rope drum and two warping heads
CAPSTANS	2x Electric, each 5 t pull
DECK CRANE	1x Knuckle boom 2.3 t at 11 m (harbour)
TUGGER WINCH	2x Electric-hydraulic, 10 t pull

CARGO HANDLING SYSTEM

BALLAST / DRILL WATER PUMP	2x 200 m ³ /hr
LIQUID MUD PUMP	2x 100 m ³ /hr
FUEL OIL PUMP	2x 200 m ³ /hr
FRESH WATER PUMP	2x 200 m ³ /hr
DRY BULK SYSTEM	2x 75 ton/hr
LIQUID MUD SYSTEMS	Agitators, circulation system, hot-water tank cleaning system

ACCOMMODATION

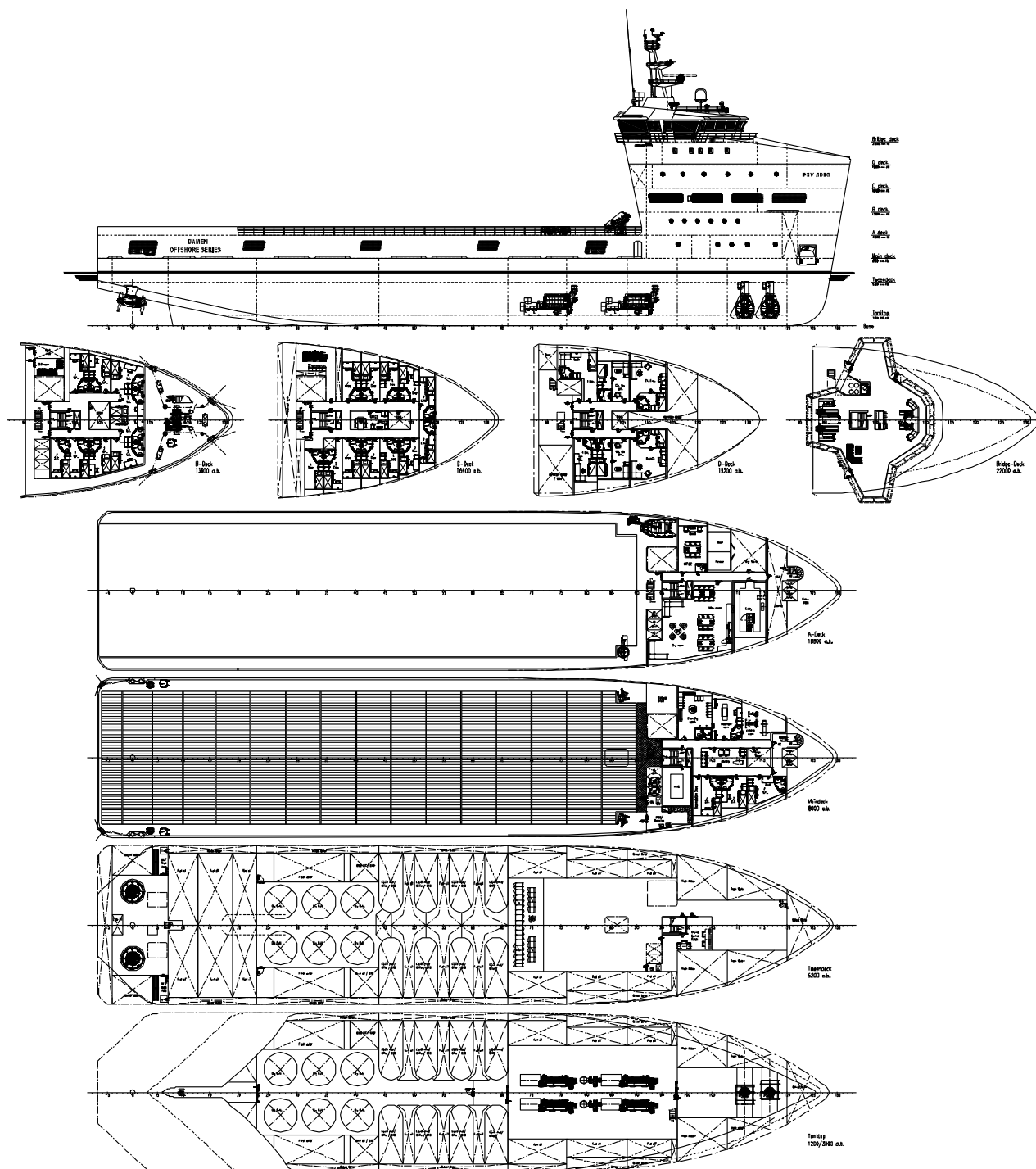
CREW	16 persons
SPECIAL PERSONNEL	28 persons
Cabins provided with Internet, telephone and satellite tv	

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

NAUTICAL	Radar X-band + S-band, ECDIS, Conning
DP- SYSTEM	DP-2
GMDSS	Area A3

OPTIONS

3rd tunnel thruster or retractable thruster
Capacity for Low-flash point liquids
Fire-fighting Ship 1
Exhaust gas cleaning system (SCR)
Damen E3 trademark



DAMEN PLATFORM SUPPLY VESSEL 5000

DAMEN

DAMEN SHIPYARDS GORINCHEM

Member of the DAMEN SHIPYARDS GROUP



Industrieterrein Avelingen West 20
4202 MS Gorinchem

P.O. Box 1
4200 AA Gorinchem
The Netherlands

phone +31 (0)183 63 99 11
fax +31 (0)183 63 21 89

info@damen.nl
www.damen.nl

FAR SEARCHER

UT 751 E



Built / Yard	2008 / Aker Yards Brevik / Yard No. 49
Main Class	+1A1, SF, E0, DK(+), HL(2,8), SUPPLY VESSEL, LFL*, COMF-V(3), CLEAN, OILREC, DYNPOS-AUTR, NAUT OSV(A), ICE-C, ESV-DP(HIL)
LOA	93.9m
Breadth Moulded	21m
Draft (max)	6.6m + 0m Skeg/Nozzle
Deadweight	5127mt (d=6.6m)
Gross Register Tonnage	4755
Deck Dimensions	1091,14m ² (61,3m x 17,8m)
Deck Load	3110mt
Deck Strength	10mt/m ²
Fuel Oil	1319m ³ / 8296,51bbls
Pot Water	989m ³ / 6221bbls
Drill Water / WB	1457m ³ / 9165bbls
Mud	911m ³ / 5730bbls
Brine	404m ³ / 2541bbls
Base Oil	240m ³ / 1510bbls
Methanol	206m ³ / 1296bbls
Dry Bulk	353m ³ / 12464cuft (8 tanks)

Washing System	Yes Hot
Deck Cranes	2 x SWL 5mt@10m - Fixed with No manipulators
Main Engines	4 x 1740KW = 9465,6BHP
Catalytic Converters	Fitted
Bow Thrusters	2 x 1200BHP
Stern Thrusters	N/A
Azimuth Thrusters (Bow)	1 x 1200BHP
Consumption at Economy Speed	14,5m ³ / 24hrs @ 11,3Knots
Consumption at Service Speed	17m ³ / 24hrs @ 12,2Knots
Total Capacity	25 Persons

FAR SERENADE

UT 751 CD



Built / Yard	2009 / STX Brevik / Yard No. 63
Main Class	+1A1, SF, E0, DK(+), HL(2,8), SUPPLY VESSEL BASIC, LFL*, COMF-V(3), CLEAN DESIGN, OILREC, DYNPOS-AUTR, NAUT OSV(A), ICE-C
LOA	93.9m
Breadth Moulded	21m
Draft (max)	7.27m + 0m Skeg/Nozzle
Deadweight	5944mt (d=7.27m)
Gross Register Tonnage	5206
Deck Dimensions	1002,14m ² (56,3m x 17,8m)
Deck Load	3300mt
Deck Strength	10mt/m ²
Fuel Oil	1260m ³ / 7925bbls
Pot Water	1158m ³ / 7284bbls
Drill Water / WB	2522m ³ / 15863bbls
Mud	1137m ³ / 7152bbls
Brine	388m ³ / 2441bbls
Base Oil	276m ³ / 1736bbls
Methanol	218m ³ / 1371bbls
Dry Bulk	201,3m ³ / 7108cuft (4 tanks)

Washing System	Yes Hot
Deck Cranes	1 + 1 x SWL 5 + 3mt@10 + 15m - Fixed with No manipulators
Main Engines	4 x 1740KW = 9465,6BHP
Catalytic Converters	Fitted
Bow Thrusters	2 x 1200BHP
Stern Thrusters	N/A
Azimuth Thrusters (Bow)	1 x 1200BHP
Consumption at Economy Speed	14,5m³ / 24hrs @ 11,3Knots
Consumption at Service Speed	17m³ / 24hrs @ 12,2Knots
Total Capacity	25 Persons

FAR SOLITAIRE

UT 754 WP



Built / Yard	2012 / STX Langsten / Yard No. 767
Main Class	+1A1, SF, E0, DK(+), HL(2,8), Offshore Service Vessel, Supply Vessel, LFL*, COMF-V(3), Clean Design, Oilrec, Dynpos-AUTR, NAUT OSV(A), Ice-C, ESV-DP(HIL)
LOA	91,6m
Breadth Moulded	22m
Draft (max)	7.2m + 0m Skeg/Nozzle
Deadweight	6336mt (d=7.2m)
Gross Register Tonnage	5412
Deck Dimensions	1022,72m ² (54,4m x 18,8m)
Deck Load	3200/2400mt
Deck Strength	10mt/m ²
Fuel Oil	1146m ³ / 7208bbbls
Pot Water	739m ³ / 4648bbbls
Drill Water / WB	2447m ³ / 15392bbbls
Mud	1316m ³ / 8278bbbls
Brine	1559m ³ / 9806bbbls
Base Oil	403m ³ / 2535bbbls
Methanol	403m ³ / 2535bbbls

Dry Bulk	229m ³ / 8086cuft (4 tanks)
Washing System	Yes Hot
Deck Cranes	1 x SWL 10/6mt@10/16m - Sliding with No manipulators
Main Engines	3 x 2765KW = 11281,2BHP
Catalytic Converters	Fitted
Bow Thrusters	2 x 1200BHP
Stern Thrusters	N/A x N/ABHP
Azimuth Thrusters (Bow)	1 x 1200BHP
Consumption at Economy Speed	8m ³ / 24hrs @ 11Knots
Consumption at Service Speed	14m ³ / 24hrs @ 12Knots
Total Capacity	25 Persons

FAR STARLING

PSV 08 CD



Built / Yard	2013 / STX OSV Vung Tau / Yard No. 770
Main Class	+1A1, SF, E0, DK(+), HL(2,8), Offshore Service Vessel, Supply Vessel, LFL*, COMF-V(3), Clean Design, Oilrec, Dynpos-AUTR, FiFi I, NAUT OSV(A), Ice-C
LOA	81,7m
Breadth Moulded	18m
Draft (max)	6,5m + 0m Skeg/Nozzle
Deadweight	4000mt (d=6,5m)
Gross Register Tonnage	3527
Deck Dimensions	810m ² (55m x 15 - 15m)
Deck Load	2500mt
Deck Strength	10mt/m ²
Fuel Oil	917m ³ / 5768bbls
Pot Water	730m ³ / 4592bbls
Drill Water / WB	1915m ³ / 12045bbls
Mud	1270m ³ / 7988bbls
Brine	1270m ³ / 7988bbls
Base Oil	319m ³ / 2007bbls
Methanol	100m ³ / 629bbls

Dry Bulk	251m ³ / 8863cuft (4 tanks)
Washing System	Yes Hot
Deck Cranes	1 x SWL 1mt@10m - Fixed with No manipulators
Main Engines	3 x 2450KW = 9996BHP
Catalytic Converters	Fitted
Bow Thrusters	3 x 1088BHP
Stern Thrusters	N/A
Azimuth Thrusters (Bow)	N/A
Consumption at Economy Speed	8,5m ³ / 24hrs @ 11Knots
Consumption at Service Speed	11m ³ / 24hrs @ 12,5Knots
Total Capacity	30 Persons

FAR SYGNA

VARD 1 07



Built / Yard	2014 / VARD Vung Tau / Yard No. 816
Main Class	+1A1, SF, E0, DK(+), HL(2,8), Offshore Service Vessel, Supply Vessel, LFL*, COMF-V(2)C(3), Clean Design, Dynpos-AUTR, NAUT OSV(A), ESV-DP(HIL)
LOA	94,65m
Breadth Moulded	21m
Draft (max)	7,032m + 0m Skeg/Nozzle
Deadweight	5700mt (d=6,95m)
Gross Register Tonnage	4797
Deck Dimensions	1170m ² (58,5m x 20m)
Deck Load	3500mt
Deck Strength	10mt/m ²
Fuel Oil	1334m ³ / 8391bbbls
Pot Water	828m ³ / 5208bbbls
Drill Water / WB	2806m ³ / 17650bbbls
Mud	1005m ³ / 6321bbbls
Brine	787m ³ / 4950bbbls
Base Oil	152m ³ / 956bbbls
Methanol	151m ³ / 950bbbls

Dry Bulk	301m ³ / 10628cuft (6 tanks)
Washing System	Yes Hot
Deck Cranes	1 x SWL 2mt@10m - Fixed with No manipulators
Main Engines	3 x 2547KW = 10391,76BHP
Catalytic Converters	Fitted
Bow Thrusters	2 x 1632BHP
Stern Thrusters	N/A
Azimuth Thrusters (Bow)	1 x 1200BHP
Consumption at Economy Speed	12.5m ³ / 24hrs @ 10Knots
Consumption at Service Speed	15.2m ³ / 24hrs @ 12Knots
Total Capacity	28 Persons

DESIGN	HAVYARD 833L
CLASSIFICATION	DNV : +1A1 – SF – E0 – HL(2.8) – LFL* – DYNPOS AUTR – OFFSHORE SERVICE VESSEL+ – SUPPLY – CLEAN DESIGN – NAUT OSV(A) – COMF – V(3) – C(3) –DK(+)
BUILDERS	HAVYARD LEIRVIK AS
FLAG	NORWEGIAN
MMSI	257 419 000
IMO NO	9631890
DELIVERY DATE	DECEMBER 2012
CALLSIGN	LCWZ

DETAILS BELIEVED TO BE CORRECT, BUT NOT GUARANTEED.



HAVILA CHARISMA

Platform Supply Vessel – PSV



HAVILA CHARISMA

Platform Supply Vessel – PSV

MEASUREMENTS	
Length o.a.	92.80 m
Length b.p.p.	82.80 m
Breath moulded.	19.60 m
Depth moulded	8.00 m
Draught, Max.	6.569 m
Freeboard S, min	1.443 m
DWT	4 976 t
Gross tonnag	4 327 t
Net tonnage	1 578 t
Higt from keel	36.630 m

CLASSIFICATION	
DNV : +1A1 – SF – Eo – HL(2.8) – LFL* - DYNPOS AUTR – OFFSHORE SERVICE VESSEL+ - SUPPLY – CLEAN DESIGN – NAUT OSV(A) – COMF – V(3) – C(3) –DK(+)	

CARGO CAPACITIES	
Deck area max	L x B= 66 m x 16.4 m = 1082.4 m²
Deck strength	Main deck from stern to fr. 102 = 10 t/m²
Fuel Oil	711.3 m³
Liquid Mud SG 2.8	1044.1 m³ Total 8 tanks
1 Agitators in each tank (El. Driven)	
Brine SG 2.8	516.9 m³
Base oil	308.9 m³
(Can be used for fuel. separated with sout ventil)	
Pot water:	814 m³
Drillwater / ballast	1958.1 m³ / 1958.1 m³
Methanol +	
Nitrogen bottle rack system + 1 Nitrogene Comp.	317.2 m³
Special Product:	
Nitrogen bottle rack system + 1 Nitrogene Comp.	217.3 m³
Slop:	50.4 m³ + Use of mud tanks
Cement / Barite / Bentonite:	
3 seperate systems	6 Vertical tanks each 50.6 m³
	Tot. 303.7 m³

DISCHARGE RATES	
Fuel Oil	2 x spindle Screw 0-200 m³/h – 9 bar
Liquid Mud	2 x Ecc. Screw 0-100 m³/h – 24 bar
Brine	2 x Ecc. Screw 0-100 m³/h – 24 bar
Mineral oil	1 x spindle Screw 0-100 m³/h – 9 bar
Pot. water	2 x Spindle Screw 0-200 m³/h – 9 bar
Drillwater/ballast	2 x Spindle Screw 0-200 m³/h – 9 bar
Methanol	2 x Centrifugal hydr. Driven 0-75 m³/h – 9 bar
Special Product	4 x 2-Screw pump hydr. Driven "heavy duty" – 0- 75 m³/h – 9 bar sg 1.2
Slop	1 x Ecc. Screw 0-15 m³/h – 12 bar
Cement / Barite	2 x Screw Comp. 25 m³/min – 5.6 bar with 1 x external dryer on each comp. 2 x Cyclone 2 x Dust Collector

TANK CLEANING SYSTEM	
A total of 15 cleaning machines fitted in: MUD, Brine and Slop tanks	
Slop Tank	1 x 50.4 m³
Hot Water Tank	1 x 15.6 m³

CARGO MANIFOLDS	
Manifolds midships inside starboard and port cargo rail.	
And inside aft starboard and port cargo rail.	
Brine,Mud og Baseoil	Mann-Tek 4"NPT Viton WP – 25 bar
Fuel	Mann-Tek 4"NPT Alu/Viton – 16 bar
Fw, Dw	Anson 4"Female Sub
LFL	Mann-Tek 4" SS NPT Viton
	WP25Bar with Breakaway 52 KN

MACHINERY / D/E-PROPULSION Resiliently Mounted	
Main Engines	4 x 2080 KW MTU 16V 4000 M33S
Main generators	4 x 2222 KWA. Type Marelli MJR 500 SC4 B20
Harbour Engine	1 x 695 KW MTU 12V 2000 M41B
Habour Generator	1 x 667 KWA Type Mirelli MJBM 355 MB4 B35
Emergency Engine	1 x 265 KW Volvo Penta D9A2A MG
Emergency Generator	1 x 202 KVA Stamford UCM274H1

MAIN PROPULSION	
Fixed pitch	2 x 2100 KW Steerprop SP25CRP
Electric drives	2 x Quadro Drive 2100 KW
Fwd. Tunnel thrusters type	2 x 1000 KW. FU74LRC2000
Brunnvoll (S Silent)	2 x Quadro Drive 1000 KW
Fwd. azimuth thruster type:	1 x 880 KW AR63LNC 1650
Brunnvoll Retractable	1 x Quadro Drive 800 KW
Azimuth	

PERFORMANCE / CONSUMPTION at draft 5.00 m	
Max speed	15.3 knots / 24.1 m³ / 24 hrs
Econ- speed	10 knots / 6.9 m³ / 24 hrs
Service. speed	12.0 knots / 11.5 m³ / 24 hrs
DP II Average	Draft 5.8 mtr / 5.6 m³ / 24 hrs
Harbour Mode	1.6 m³ / 24 hrs

BRIDGE DESIGN: NAUT – OSV HAVYARD CONCEPT BRIDGE	
1 x Consol forward bridge	
3 x Consol aft bridge, and two equal operator stations	
1 x Consol each bridge wing	
1 x Radio station.connected to forward bridge console	
1x Office / work station	

IAS SYSTEM	
Havyard Power system (HPS) Concept HMA HC800	

AUTOMATION SYSTEM	
Havyard Power system (HPS) Concept HMA HC800	

LOADING COMPUTER	
1 x Autoload from Coastal design	

ACCOMODATION 27 PERSONS	
Cabins	11 off single cabins 6 off 1M+1 cabins
	2 off 2 x 2 men cabin
	1 off office C-deck
	1 off Hospital Main deck

DP SYSTEM DYNPOS AUTR
Kongsberg K-Pos, cJoy and K-Master Dynamic Positioning System
DYNPOS-AUTR
2 x K-Master Work Stations with integrated independent Joystic (cJoy) in Chair
3 x K-Pos OS
2 x cJoy OT independent Joystic on bridge wings
1 x Seatex DPS 122 DGPS
1 x Seatex DPS 200 DGPS
1 x Radius with 2 interrogator Radius 1000
1x Transpoder type Radius 700
1 x Cyscan
1 x Wind sensor: OMC 139
1 x Wind sensor: OMC 139D
3 x Seatex MRU type MRU-M-MB1
1 x Kongsberg History station

THRUSTER CONTROL
Kongsberg K-Thrust

BRIDGE WATCH MONITORING SYSTEM
Havyard Power system (HPS) BWAS

LIFE SAVING EQUIPMENT
Safety Equipment: Acc to NMD/SOLAS for 27 pers.
Life Raft: 6 x 16 persons. 3 on each side
Mob boat type: Mare Safety GTC 700-2VD 10 pers.
Mob boat davit type: TTS HL9D MOB3800
Survival suits: 27 persons + 5
Lifejakkets: 32 + 2 childrens size
1 x Danscope Rescue basket
2 x Climbing net
1 x Diver's ladder aluminium 5 mtrs.
4 x Boathooks w/4 mtrs GRP shaft
Rescue/St-By for 250pers Acc to NMD

INCINERATOR
1 x Teamtec OG-200-CS

DECK EQUIPMENT	
Windless Electric driven	2x Adria Anker/Mooring Winch type: AMW-ER-46/U3/45-CDDCG 100 KN
	2x Adria Mooring Winch type: MC-E-100/12.2/24.5-DG 100 KN
Tugger winch Electric driven	2 x Adriawinch PWE 100 100 KN each.
Capstan Hydr driven	2 x Adriawinch 100KN
Deck Crane	1 x TTS GPK115-3-15 SWL 3T 2.1 – 15 m (Starboard) 1 x Palfinger PK 23500 m (Port) SWL 1865 kg-10 m / 2140 kg – 6.1 m
Cargo securing winch	6 x AdriaWinch type: PW-E-30/6-15/28-DG Pull 30 KN. 3 on each side in cargo rail
Karmøy Winch Hose securing	Midship Starboard and Port
Unit. Remote controlled from bridge.	AFT. Starboard and Port
RRM ASFA 4-2 . Automated	8 pc Hydraulic winches. Pull 4tonn
Sea Fastening Arrangements.	

ENTERTAINING EQUIPMENTS
1 x Sat. TV: Seatel
Triax TDX Tv system with 24 channels

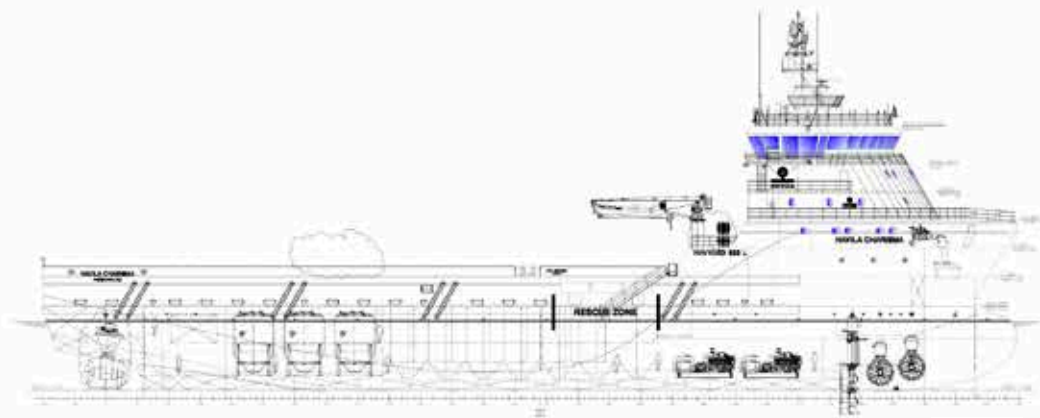
1 x TV in all crew cabins
1 x TV in all lounges
1 x Radio / DVD in all cabins
1 x Gymnasium B - Deck w/Equipments

TERMINALS FOR REFRIGERATE CONTAINER
4 Terminals with 7 socket on each terminal. Placed on stb: fwd and mid ship, and port: aft and mid ship.
A total of 28 conections for Refrigerate containers

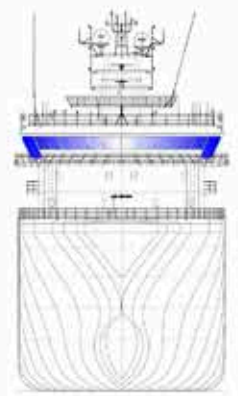
ANTI ROLLING SYSTEM
2 x Stabilizing tanks. Passive roll reduction system.
One on aft peak and one aft on D-dekk

COMMUNICATION EQUIPMENT GMDSS A 3
1 x Sailor 6000 SSB Simplex Radio station
2 x Sailor 6000 Inmarsat-C w/EGC
1 x Sailor Fleet Broadband 250 Voice / Mail
2 x Sailor 6222 Semi duplex VHF With DS
3 x Sailor 6248 Simplex VHF
3 x Jotron GMDSS approved portable VHF, Model Tron TR-20
1 x Icom Portable VHF Air Band Transceiver IC-AGE
2 x Jotron Radar Transponder, Model TRON SART-20
1 x Jotron EPIRB Automatic, Modell TRON 40S
1 x Jotron EPIRB Manuel, Model TRON 45SXX
5 x Motorola GM-380 Fixed UHF.
6 x Motorola Portable UHF, EX approved, Model GP380 Atex
4 x Motorola Portable VHF, EX approved, Model GP340 Atex
10 x Headset to build inn safety helmets
1 x Marlink VSAT Antenna. Bandwidth 512
2 x GSM Phone: Voice
1 x Icenet : Internet/E-mail. Bandwidth 512
Integrated Communication System Zenitel Stentofone
7 x Dect C3105B Handset
7 x Indoor base stations + 1 lekagecable below MD
1 x Outdoor base station
PA Anlegg type Steenhans CBT-10
1 x Loudhailer system: Speaker 1 x 100 W, 1 x 30 W, 12 x 15 W
6 x Batteryless phones type: VSP-211-L, VSP-213-L, VSP-223-L

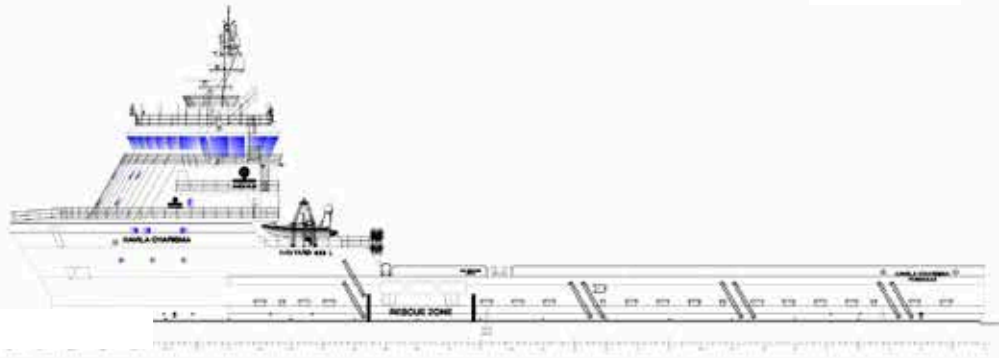
NAVIGATION EQUIPMENT
1 x Furuno S-Band ARPA Radar, Model FAR-2x27S BB
1 x Furuno X-Band ARPA Radar, Model FCR-2x17 BB
2 x Furuno ECDIS, Model TECDIS T-2138A
4 x Furuno Conning system, Model Furuno
2 x Furuno DGPS Navigator, Model GP-150
1 x Taiyo VHF Direction Finder, Model TD-L1550
1 x JRC NCR – 333 Navtex
3 x Anschutz Standar 22 Digital Gyrocompass
2 x Anschutz Gyro selector system
1 x Anschutz Analogue repeater forward
2 x Anschutz Digital repeater
2 x Anschutz Bearing repeater 360o
1 x Anschutz Adaptive Autopilot, Pilotstar D
1 x Furuno FE-700 Navigational Echo Sounder (IMO approved)
1 x Furuno Doppler speed log, Model DS-820
1 x Furuno FA 150 AIS transceiver
1 x Furuno Voyage Data Recorder, Model VR-3000
1 x Vingtor VSS Sound Reception System



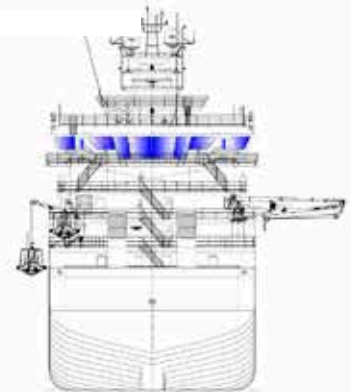
Profile



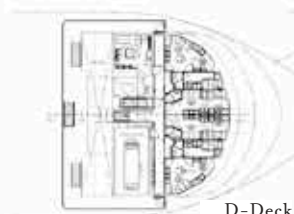
Front view



Profile Port



APT view



D-Deck



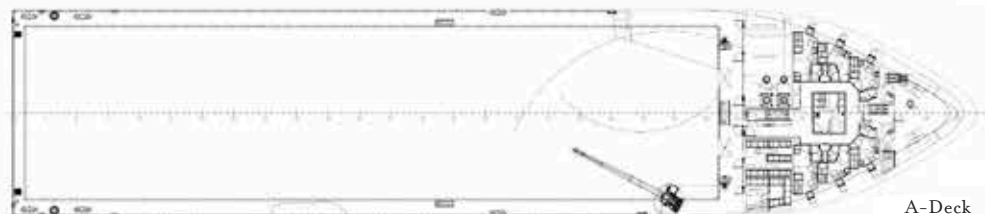
C-Deck



B-Deck



Bridge Deck



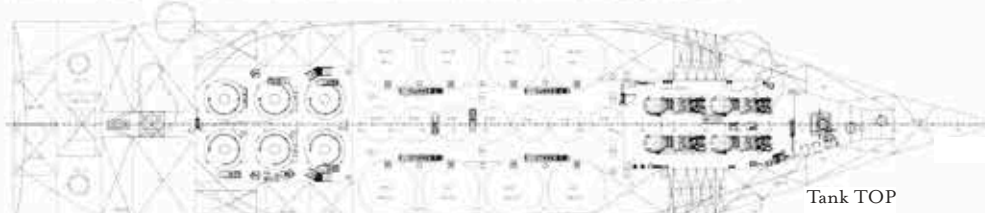
A-Deck



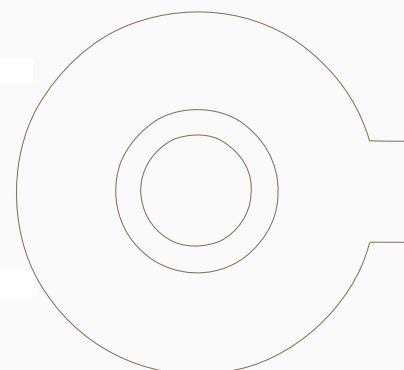
Main Deck



Tween Deck



Tank TOP



CARGO CAPACITY PLAN

TANK No.	Volume M³	Fuel M³	Pot Water	Drill Water	Ballast Water	Mud SG SG 2.8	Brine SG 2.8	Base Oil	Methanol	Special product	Slop	Urea	Dry Bulk
1	185,5			185,5	185,5								
4 PS	36,7			36,7	36,7								
5 SB	36,7			36,7	36,7								
6 PS	27,2			27,2	27,2								
7 CL	45,4			45,4	45,4								
8 SB	27,2			27,2	27,2								
9 PS	65,4			65,4	65,4								
10 SB	65,4			65,4	65,4								
11 PS	67,7			67,7	67,7								
12 SB	67,7			67,7	67,7								
13 PS	68,7			68,7	68,7								
14 SB	68,7			68,7	68,7								
15 PS	73,4			73,4	73,4								
16 SB	73,4			73,4	73,4								
17 PS	80,8		80,8										
18 SB	80,8		80,8										
19 CL	40,0			40,0	40,0								
20 PS	115,9		115,9										
21 SB	115,9		115,9										
22 PS	58,3			58,3	58,3								
23 SB	58,3			58,3	58,3								
24 PS	70,0			70,0	70,0								
25 SB	70,0			70,0	70,0								
26 PS	28,9			28,9	28,9								
27 SB	28,9			28,9	28,9								
28 PS	27,9			27,9	27,9								
29 SB	27,9			27,9	27,9								
30 PS	27,9			27,9	27,9								
31 SB	27,9			27,9	27,9								
32 PS	41,9			41,9	41,9								
33 SB	41,9			41,9	41,9								
34 PS	65,1		65,1										
35 SB	65,1		65,1										
36 PS	102,7			102,7	102,7								
37 SB	102,7			102,7	102,7								
38 PS	58,7								58,7	58,7			
39 SB	58,7								58,7	58,7			
40 PS	51,7								51,7	51,7			
41 SB	48,2								48,2	48,2			
42 PS	51,7								51,7				
43 SB	48,2								48,2				
44 PS	52,4		52,4										
45 SB	52,4		52,4										
46 PS	56,4			56,4	56,4								
47 SB	56,4			56,4	56,4								
48 CL	44,1			44,1	44,1								
49 ROL	185,6		185,6										
50 PS	67,0	67,0											
51 SB	61,9	61,9											
53 SB	87,4	87,4											
54 SB	49,3	49,3											
55 PS	106,8	106,8											
56 SB	106,8	106,8											
57 PS	91,4	91,4											
58 SB	91,4	91,4											
59 PS	154,4							154,4					
60 SB	154,4							154,4					
61 PS	156,4					156,4							
62 SB	156,4					156,4							
63 PS	157,6					157,6							
64 SB	157,6					157,6							
65 PS	157,6					157,6							
66 SB	157,6					157,6							
67 PS	157,6						157,6						
68 SB	157,6						157,6						
69 CL	50,4					50,4							
70 CL	50,4					50,4							
71 CL	50,4						50,4						
72 CL	50,4						50,4						
73 CL	50,4						50,4						
74 CL	50,4						50,4						
75 PS	50,6											50,6	
76 SB	50,6											50,6	
77 PS	50,6											50,6	
78 SB	50,6											50,6	
79 PS	50,6											50,6	
80 SB	50,6											50,6	
81 ROL	107,3			107,3	107,3								
82 PS	14,8			14,8	14,8								
83 SB	14,8			14,8	14,8								
127 CL	50,4										50,4		
147 PS	49,3	49,3										56,5	
179 SB	56,5											56,5	
TOTAL		711,3	814,0	1958,1	1958,1	1044,0	516,8	308,8	317,2	217,3	50,4		303,6

Domestic
Domestic
Domestic

Barite
Barite
Cement
Cement
Cement
Bentonite

1 M³ = 6,289 BARREL (BBLs) — 1 M³ = 35,315 F3



HAVILA SHIPPING ASA
P.O.Box 215
NO-6099 FOSNAVÅG
Norway

Phone: +47 700 80 900
Fax: +47 700 80 901
Duty Ph: +47 700 80 928
chartering@havila.no

www.havila.no

DESIGN	PSV VS 485 CD
CLASSIFICATION	DNV + 1A1, ICE C, DYNPOS AUTR, CLEAN DESIGN, COMF- V(3) C(3), E0, LFL, SF OIL REC, DK+, HL(P), COMPLIANCE TO NAUT-OSV
BUILDERS	HELLESØY YARD LØFALLSTRAND
PORT OF REG.	FOSNAVAAG
FLAG	BAHAMAS
MMSI	311 071 800
IMO NO	9470193
DELIVERY DATE	JUNE 2010
CALLSIGN	C6ZY3

DETAILS BELIEVED TO BE CORRECT, BUT NOT GUARANTEED.



M/V HAVILA COMMANDER

Outline Specification



M/V HAVILA COMMANDER

Technical Specification

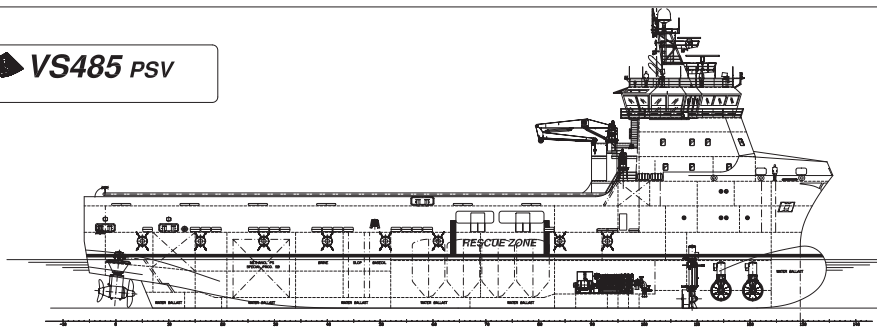
MEASUREMENTS	
Length o.a.:	85.00 m
Length b.p.p.:	77.70 m
Breath moulded:	20.00 m
Depth moulded:	8.60 m
Draught, Max.:	6.825 m
Freeboard, min.:	1.775 m
Air Draft (at summerdr.)	35.00 m
Gross tonnage:	4 366 t
Net tonnage:	1 813 t
Deadweight:	5 486 t
Lightship:	3 069 t
CLASSIFICATION	
DNV + 1A1, Ice C, DYNPOS Autr, Clean Design, Comf- V(3) C(3), EO, LfL, SF Oil rec, dk+, hl(p), Compliance to NAUT-OSV	
CARGO CAPACITIES NOFO 2005	
Deck cargo:	2 800 tons
Deck area max:	1 005 m²
Deck Length:	60.6 m
Deck breadth:	16.8 m
Cargo Rail height:	4.46 m
Deck strength:	10 tonnes/m²
Fuel Oil:	903.5 m³ Flow meter with printer
Liquid Mud: SG 2.8	702.9 m³
	1 Agitators in each tank (Hyd. Driven)
Brine: SG 2.5	418 m³
Base oil:	203 m³
Pot water:	1 007.3 m³
Drillwater / ballast:	2 470 m³
Methanol +:	145.5 m³
Nitrogen bottle rack system + 1 Nitrogene Comp.	
Special Product:	146 m³
Slop:	186.8 m³
ORO:	1 803.2 m³ (SG 2.8)
Cement / Barite/bentonit:	440 m³s
	8 x 55 m³ Tanks arranged in 2 sevtion, what allows simultaneous loading and discharging or loading/discharging of two different cargoes.
Dispersant:	34.4 m³
Lubrication oil:	34.8 m³
TANK CLEANING SYSTEM	
A total of 11 cleaning machines fitted in:	MUD, Brine, special product and Slop tanks
Hot Water Tank:	1 x 45.7 m³

DISCHARGE RATES	
Fuel Oil:	2 x 0-150 m³/h 9 bar
Liquid Mud:	4 x 0-100 m³/h 24 bar
Brine:	2 x 0-150 m³ 22.5 bar
Base Oil:	2 x 0-100 m³/h 9 bar
Base oil:	2 x 0-100 m³/h 9 bar
Pot.water:	1 x 0-150 m³ 9 bar
Drillwater/ballast:	2 x 0-150 m³ 9 bar
Methanol:	1 x 0-75 m³ 7.2 bar
Special Product:	1 x 0-75 m³ 10.8 bar
Slop:	2 x 100 m³/hrs 7,0 bar
ORO:	8 x 0-100 m³/bar 7.0 bar
Cement / Barite:	2 x 30 m³/h 6.5 bar
CARGO MANIFOLDS	
Manifolds midships each side inside safe haven and aft starboard and port side.	
MACHINERY / D/E-PROPULSION Resiliently Mounted	
Main Engines:	4 x 1 901 kW Cat: Type 3 516 BTA
Main generators:	4 x AvK DSG 86 M1-4W. (2 028 kVA)
Harbour & Emergency Engine:	1 x 265 kW Volvo Penta D9A
Harbour & Emergency generator:	1 x 223 kVA. UC.M274H-1
	690V; 60Hz
MAIN PROPULSION	
Frequency controlled:	2 x 2 300 KW Azi Diesel Electric QD-560M2-6W. (Fixed pitch)
Fwd. Tunnel thrusters:	2 x 1 000 KW. Brunvoll
Fwd. Brunvoll Retractable Azi:	1 x 800 Brunvoll AR-63-LNA-1650 retracable thruster
PERFORMANCE / CONSUMPTION	
Max speed:	15.4 knots / 28.4 m³/24 hrs
Transit speed:	14.2 knots / 23.32 m³/24 hrs
Econ- speed:	11.0 knots / 12 m³/24 hrs
Service. speed:	12.5 knots / 17.14 m³ pr 24 hrs
DP II Average:	5.6 m³/ 24 hrs
Harbour Mode:	2.0 m³ / 24 hrs
BRIDGE DESIGN: NAUT - OSV	
1 x Consol forward bridge	
3 x Consol aft bridge	
1 x Consol each bridge wing	
1 x Radio station	
1 x Operation Control/office	
AUTOMATION SYSTEM	
Wartsila IAS	FlexiBridge (BridgeControl System)
LOADING COMPUTER	
1 x Shipload	

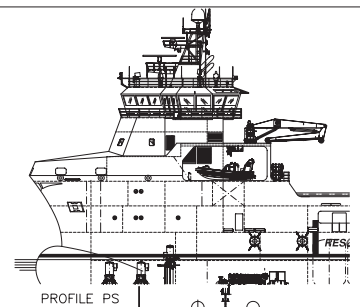
DP SYSTEM DYNPOS AUTR	
Kongsberg DP II	K-Pos
1 x Fanbeam Kongsberg Lazer Mk4.2	
1 x Radascan	
2 x DPS Kongsberg 200CM	
2 x Vindsensor Gill	
1 x Roll & Pitch Sea Tex MRU2	
1 x DP motion Sea Tex MRU5	
THRUSTER CONTROL	
Kongsberg C-Joy Constant	
BRIDGE WATCH MONITORING SYSTEM	
Kongsberg Integrated Bridge	
ACCOMMODATION 23 PERSONS	
Cabins	13 off single cabins
	5 off double cabins
	1 off office
	1 off Hospital
LIFE SAVING EQUIPMENT	
Safety Equipment:	Acc to NMD/SOLAS for 23 persons
Life Raft:	4 x 25 persons Viking
Mob boat:	Norsafe type 655 makojet, 10 persons
Mob boat davit:	1 x HLT 3 500 TTS
Survival suits:	23 persons
INCINERATOR	
1 x Teamtec. 500 000 kcal/h for solid waste, plastic and sludge oil.	
According to Marpol 73/78	
STEAM GENERATOR	
1x 1 450 kW and el.heating 4 x 10 kW	
ENTERTAINING EQUIPMENTS	
1 x Sat. TV: Seatel	
1 x Rack with 4 x Tuners and 1x DVD	
1 x TV in all crew cabins	
1 x TV in all lounges	
1 x Radio / CD in all cabins	
1 x Gymnasium w/Equipments	

DECK EQUIPMENT	
Windless	2 x Windlass Mooring winch
Mooring	4 x Mooring lines 180 m each
Capstan	2 x 8t, NMD
Anchor chain	5225 m Ø 46 mm steel grade NVK3
Cargo securing winch	6 x 3t SWL. NMD CSW-3
	Placed on each side Shelter Deck.
Tugger Winch	2 x SWL 15t, type TU-15
Deck Crane PS Basket transfer	1 x 3 t/13 m SWL. TTS Marine GPK 115
Deck Crane Stb. Cargo handling	1 x 3t /13 m SWL. TTS Marine GPT-80
ANTI ROLLING SYSTEM	
2 x Stabilizing tanks. Passive anti.roll system. 439.9 m³ (aft) and 159.6 m³ (fwd)	
NAVIGATION EQUIPMENT	
1x Furuno FAR-2837S. S-band radar (10 cm)	
1 x Furuno FCR-2827. X-band radar (3 cm)	
1 x Autopilot. Simrad AP-50	
3 x Gyro Simrad GC-80	
2 x GPS Furuno GP-150	
1 x AIS Furuno FA-150	
1 x Speed Log. Skipper EML224	
1 x Echo Sounder Furuno FE-700	
1 x Speed repeater Skipper IR300	
ECDIS. Furuno Tecdis T-2137	
VDR. Furuno VR-3000	
COMMUNICATION EQUIPMENT GMDSS A 3	
GSM Telephones. Samsung	
Radar transponders. 1 x Jotron Tron SART	
GMDSS hand portable VHF. Jotron Tron TR-20	
UHF Portable radio. Motorola GP-340	
Inmarsat-C. Furuno Felcom 15	
Radio Station MF/HF. Furuno FS-2570C	
Radio Station VHF/DSC. Furuno FM-8800S	
DSC Terminal. MF/HF Furuno FS-2570C	
NavTex. Furuno NX-700B	
Manual EPIRB. Jotron 45 SX	
Sarsat free float EPIRB. Jotron Tron 40S MkII	
Internal Telephone System. Zenitel ACM-144-66/VO	
Sound reception System. Vingtor	
Fixed wiewlwaa terminal, Ericson G32/G36	
Emergency Telephone System, Vingtor VSP-211-L	
Public Announcement/GA Alarm: Zenitel VMA-2	

VS485 PSV

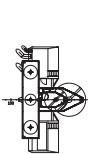


PROFILE SB

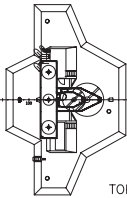


PROFILE PS

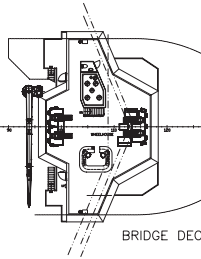
FIFI PLATFORM



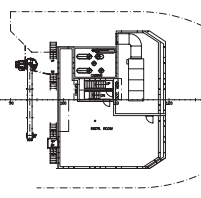
TOP OF WHEELHOUSE



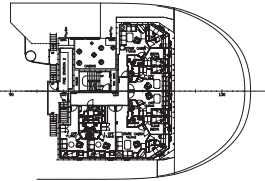
BRIDGE DECK



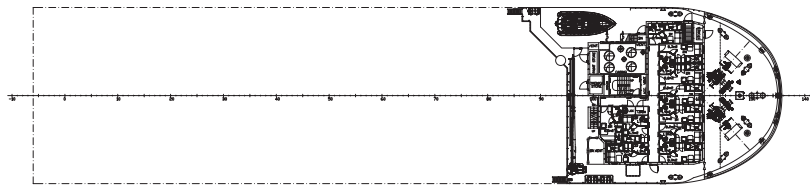
D-DECK



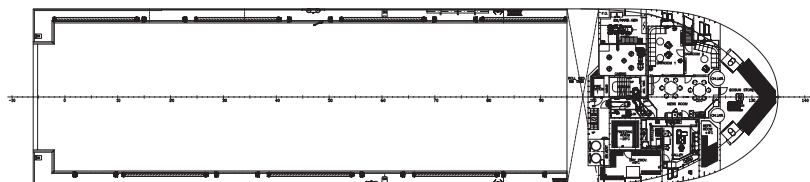
C-DECK



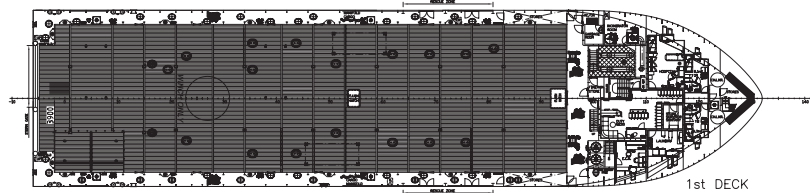
B-DECK



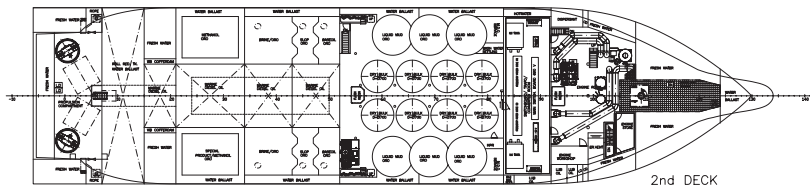
A-DECK



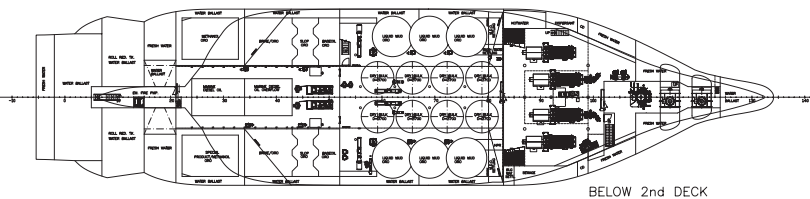
1st DECK



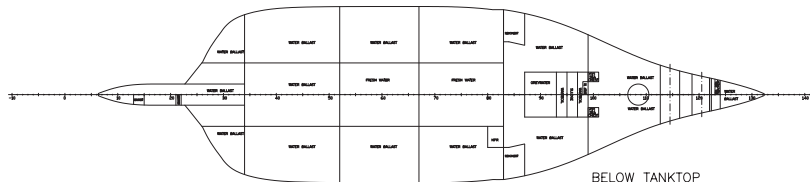
2nd DECK



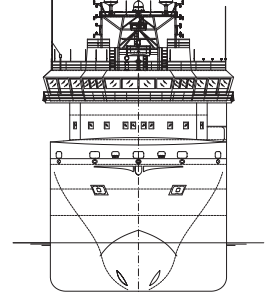
BELOW 2nd DECK



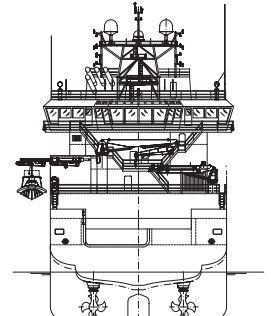
BELOW TANKTOP



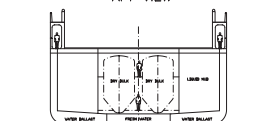
FRONT



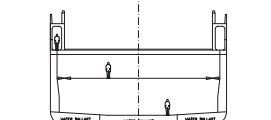
AFT VIEW



FRAME 69



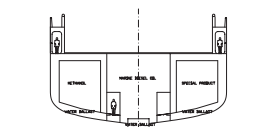
FRAME #55



FRAME 38



FRAME 28



CABIN PLAN

	In Man	In Man	TOTAL
Cabin	Cabin	Cabin	CABINS
C-DECK	6pers	6pers	6 CABINS
B-DECK	7pers	6pers	10 CABINS
A-DECK	-	-	-
1st DECK	-	4pers	2 CABINS
TOTALS:	13pers	16pers	18pers

PRINCIPAL PARTICULARS:

LENGTH OVER ALL:	85.00 m
LENGTH BETW. PERP:	77.70 m
BREADTH:	20.00 m
DEPTH TO 1st DECK:	8.60 m
DEPTH TO 2nd DECK:	5.40 m
DECK AREA:	1000 m ²
FRAME SPACING:	600 mm

PLATFORM SUPPLY VESSEL		VS485 PSV		GENERAL ARRANGEMENT	
SCALE	1:200	DATE	2008.04.10	REV	101
VKS PROJECT NO.		3748		C	
DRAWING NO.		101-001		1/1	

CARGO CAPACITY PLAN

TANK NR	Volume M³	Fuel	Pot/FW water	Drill water water	Ballast water	Mud SG 2.8	Brine SG 2.8	Base Oil	Methanol	Special Product	Slop	Dry Bulk	ORO Crude Oil
325P	119.5					119.5							119.5
326S	119.5					119.5							119.5
327P	116.0					116.0							116.0
328S	116.0					116.0							116.0
329P	116.0					116.0							116.0
330S	116.0					116.0							116.0
421P	101.9							101.9					101.9
422S	101.9							101.9					101.9
425P	209.0						209.0						209.0
426S	209.0						209.0						209.0
521P	145.5								145.5				145.5
522S	146.3									146.3			146.3
311P	55.0											55.0	
312S	55.0											55.0	
313P	55.0											55.0	
314S	55.0											55.0	
315P	55.0											55.0	
316P	55.0											55.0	
317P	55.0											55.0	
318S	55.0											55.0	
423P	93.4										93.4		93.4
424S	93.4										93.4		93.4
64C	439.9			439.9	439.9								
231C	159.6			159.6	159.6								
201P	65.0			65.0	65.0								
202S	65.0			65.0	65.0								
203P	72.4			72.4	72.4								
204S	72.4			72.4	72.4								
402C	90.5			90.5	90.5								
31P	138.7			138.7	138.7								
32S	132.7			132.7	132.7								
33P	135.7			135.7	135.7								
34S	135.7			135.7	135.7								
41P	154.9			154.9	154.9								
42S	154.9			154.9	154.9								
73C	51.7			51.7	51.7								
52S	190.7			190.7	190.7								
51P	190.7			190.7	190.7								
501C	109.3			109.3	109.3								
01C	110.3			110.3	110.3								
11P	164.6		164.6										
12S	164.4		164.4										
61P	110.5		110.5										
62S	110.5		110.5										
71P	36.8		36.8										
72S	35.0		35.0										
21P	52.2		52.2										
22S	51.7		51.7										
301P	84.3		84.3										
302S	76.6		76.6										
74C	120.6		120.6										
411C	168.5	168.5											
412C	168.5	168.5											
510C	297.1	297.1											
63C	112.3	112.3											
321P	22.3	22.3											
322S	24.2	24.2											
323P	18.7	18.7											
324S	19.8	19.8											
410C	65.7	65.7											
216P	3.3	3.3											
217P	1.2	1.2											
TOTAL	6622.3	901.6	1007.2	2470.1	2470.1	703.0	418.0	203.8	145.5	146.3	186.8	440.0	1803.4

1 M³ = 6.289 BARREL (BBLs) = 35.315 F³



HAVILA SHIPPING ASA
P.O.Box 215
NO-6099 FOSNAVÅG
Norway

Phone: +47 700 80 900
Fax: +47 700 80 901
Duty Ph: +47 700 80 928
chartering@havila.no

www.havila.no

DESIGN	MT 6010 MK II
CLASSIFICATION	DNV + 1A1, E0-SF, DYNPOS AUTR, CLEAN, COMF-V (RATING 3), DK(10), HL(2,5/2,8), LFL* OIL REC: ACC. TO NOFO 2005 STANDARD
BUILDERS	HAVYARD LEIRVIK
PORT OF REG.	FOSNAVAAG
FLAG	NORWEGIAN
MMSI	259 632 000
IMO NO	9382944
DELIVERY DATE	DECEMBER 2007
CALLSIGN	JWQD

DETAILS BELIEVED TO BE CORRECT, BUT NOT GUARANTEED.



M/V HAVILA FORESIGHT

Outline Specification



M/V HAVILA FORESIGHT

Technical Specification

MEASUREMENTS

Length o.a.	93,60 m
Length b.p.p.	86,60 m
Breath moulded	19,70 m
Depth moulded	7,85 m
Draught, max	6,30 m
Freeboard, min	1,56 m
Corresponding DWT	4785 t
Gross tonnage	4309 t
Net tonnage	1520 t
Light ship	3254 t
Displacement	8039 t

CLASSIFICATION

DNV + 1A1, Eo-SF, Dynpos AUTR, CLEAN, COMF-V (rating 3), DK(10), hl(2,5 / 2,8),LFL*, OIL REC: Acc. To Nofo 2005 Standard

CARGO CAPACITIES

Deck cargo		
Deck area max	L x B=66mx15,85m = 1046m²	
Deck strength	Main deck from stern to fr. 109 = 10t/m²	
Fuel Oil	1140 m³ Flow meter with printer	
Liquid Mud	SG 2,8	860 m³ Total 8 tanks
	1 Agitator in each tank (Hyd. Driven)	
Brine	SG 2,5	505 m³
Base oil		245 m³
Pot water		1020 m³
Drillwater / ballast		1235 m3 / 1730 m³
Methanol +		215 m³
Nitrogen bottle rack system + 1 Nitrogene Comp.		
Special Product		215 m³
Slop		310 m³
ORO		1480 m³
Cement / Barite	400 m³ 8 Vertical tanks each 50 m³	
Emulsion Breaker		100 m³

DISCHARGE RATES

Fuel Oil	2 x spindle Screw 0-250 m3	9 bar
Liquid Mud	4 x Ecc. Screw 0-100 m3	24 bar
Brine	2 x Ecc. Screw 0-250 m3	24 bar
Mineral oil	1 of 2 spindle Screw 0-150 m3	9 bar
Pot.water	2 x Spindle Screw 0-250 m3	9 bar
Drillwater/ballast	2 x Spindle Screw 0-250 m3	9 bar
Methanol	2 x Centrifugal 0- 100 m3	9 bar
Special Product	2 x Spindle Screw 0- 100 m3	9 bar
Slop	2 x Ecc. Screw 0-100 m3	24 bar
ORO	2 x Ecc. Screw 0-250 m3	24 bar
	3 x Ecc. Screw 0- 100 m3	24 bar
Cement / Barite	2 x Comp. 30 m³ /min –	5,6 bar
	2 x Cyclone	
	2 x Dust Collector	
Emulsion Breaker	2 x Spindle Screw 0 – 100 m³	

TANK CLEANING SYSTEM

A total of 14 cleaning machines fitted in: MUD, Brine and Slop tanks	
Slop Tank	1 x 40,0 m³
Hot Water Tank	1 x 14,3 m³

CARGO MANIFOLDS

ODIM ABCS system midships each side
Manifolds midships each side inside cargo rail and aft starboard side and port side.

MACHINERY / D/E-PROPULSION Resiliently Mounted

Main Engines	4 x 2188 KW Cat: Type3516-L
Main generators	4 x 2200 KW Type Mirelli
Harbour & Emergency Engine	1 x 400 BKW Cat: Type 3408
Harbour & Emergency generator	1 x 400 KW Mirelli

PERFORMANCE / CONSUMPTION

Max. speed	16,5 knots
Econ. speed	13,5 knots
Service speed	12,0 knots / 10,2 m³ pr 24 hrs
Econ. speed	10.0 knots
DP II Average	Draft 4,5 mtr
DP II Average	Draft 5,8 mtr
Harbour Mode	0,8 t pr 24 hrs

MAIN PROPULSION

Frequency controlled	2 x 2200 KW RR AZP 100
Fwd. Tunnel thrusters (S Silent)	2 x 880 KW RR TT 2200 FP
	1 x RR UL 1201
Fwd. Ulstein Aqua master rot table / retractable, el. driven	

BRIDGE DESIGN: NAUT - OSV

1 x Consol forward bridge
3 x Consol aft bridge
1 x Consol each bridge wing
1 x Radio station
1 x Operation Control / office
1 x Survey area

AUTOMATION SYSTEM

RRAS

LOADING COMPUTER

1 x Shipload

DP SYSTEM DYNPOS AUTR

Rolls – Royce RR DP2 AUTR
1 x CySkan Laser
1 x DPS Veripos LHD2 – GG1
1 x DPS Veripos LHD2 – G2
2 x Wind sensors: GILL Ultrasonic
1 x Radius

THRUSTER CONTROL

RR Helikonex

BRIDGE WATCH MONITORING SYSTEM

Ulstein BAS

ACCOMMODATION 30 PERSONS

Cabins	- 12 off single cabins
	- 6 off double cabins
	- 1 off 6 men cabin
	- 2 off office
	- 1 conference room
	- 1 off Hospital with additional 4 beds

LIFE SAVING EQUIPMENT

Safety Equipment	Acc to NMD/SOLAS for 30 persons
Life Raft	4 x 35 persons
Mob boat	Type MP Springer 800, 10 persons
Mob boat davit	HL9D MOB3500
Survival suits	30 persons

INCINERATOR

1 x Teamtec OGS 200 C

STEAM GENERATOR

Ix Clayton EO-185-I

ENTERTAINING EQUIPMENTS

- 1 x Sat. TV: Seatel
- 1 x Rack with 5 x Tuners and 1x DVD
- 1 x TV in all crew cabins
- 1 x TV in all lounges
- 1 x Radio / CD in all cabins
- 1 x Gymnasium w/Equipments

DECK EQUIPMENT

Windless	2x Rauma Brattvaag MW100/AW46K3
Tugger winch	2 x Rauma Brattvaag MW 200H
Capstan	2 x Rauma Brattvaag CH 100H
Deck Crane	2 x HMC 1610 LK 100-10 10t
Cargo securing winch	Total 6 x 3t pull. 5 t brake holding Placed on each side Shelter Deck
ODIM ABCS. Automated Bulk	Midship Starboard and Port
Hose Connection Stations	
RRM ASFA . Automated Sea	12pc Hydraulic winches
Fastening Arrangements.	

ANTI ROLLING SYSTEM

3 x Stabilizing tanks. Passive anti roll system

NAVIGATION EQUIPMENT

1x Furuno S-Band ARPA Radar, Model FAR-2837S
1x Furuno X-Band ARPA Radar, Model FCR-2827
1x Taiyo VHF Direction Finder, Model TD-L1550
1x Furuno Conning system, Model Furuno
2x Furuno DGPS Navigator, Model GP-150
2x Furuno ECDIS, Model TECDIS.
3x Anschutz Standard 22 Digital Gyrocompass (SEC-OP)
1x Anschutz Adaptive Autopilot, Nautopilot 2025
1x Plath Magnetic Compass Plath type, Reflecta I Fibeline

1x Furuno Navigational Echo Sounder (IMO approved)
1x Furuno Doppler Log, Model DS-80
1x Furuno AIS Transponder, Modell FA-150
1x Zenitel Sound Reception System, Modell VSS-111
1x Furuno Voyage Data Recorder, Model VR-3000

COMMUNICATION EQUIPMENT GMDSS A 3

- 1x Furuno MF/HF/DSC 250W Simplex Radio station
- 1x Furuno NX-700B Navtex Receiver.
- 2x Furuno Inmarsat-C w/EGC, Model Felcom 15
- 1x Furuno Inmarsat-F, Model Felcom 70
- 1x Telesupply Helibeacon, Model TS-1B
- 1x Jotron Aeronautical VHF, Model TR-710
- 1x ICOM Aeronautical Portable VHF, Model A6E
- 3x Jotron GMDSS approved portable VHF, Model Tron TR-20
- 2x Jotron Radar Transponder, Model TRON SART
- 1x Jotron EPIRB Automatic, Modell TRON 40S
- 1x Jotron EPIRB Manuel, Model TRON 45SXX
- 2x Furuno VHF/DSC Duplex, Model FM8800D
- 1x Furuno VHF Simplex Radiotelephone, Model FM2721
- 3x Motorola GM-380 Fixet UHF
- 3x Motorola Portable VHF, EX approved, Model GP380
- 4x Motorola Portable UHF, EX approved, Model GP380

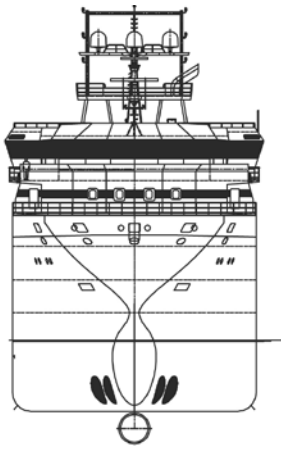
3 x Ericsson G36 GSM Phone: Voice / Fax
1 x GSM Phone: E-mail Nokia 32

Sound Reception system
1 x Stento VSS-III

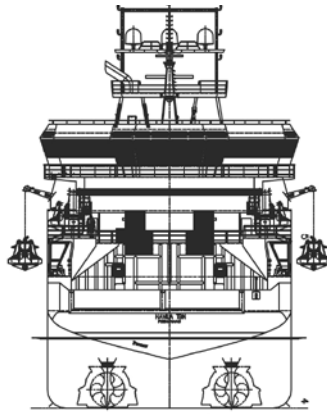
Integrated Communication System:
1 x Ulstein COM
2 x Telefax: Brother 8070 Laser

Dect System: Alcatel:
2 x Indoor base stations
3 x Outdoor base stations
4 x Portable phones Alcatel 200 EX

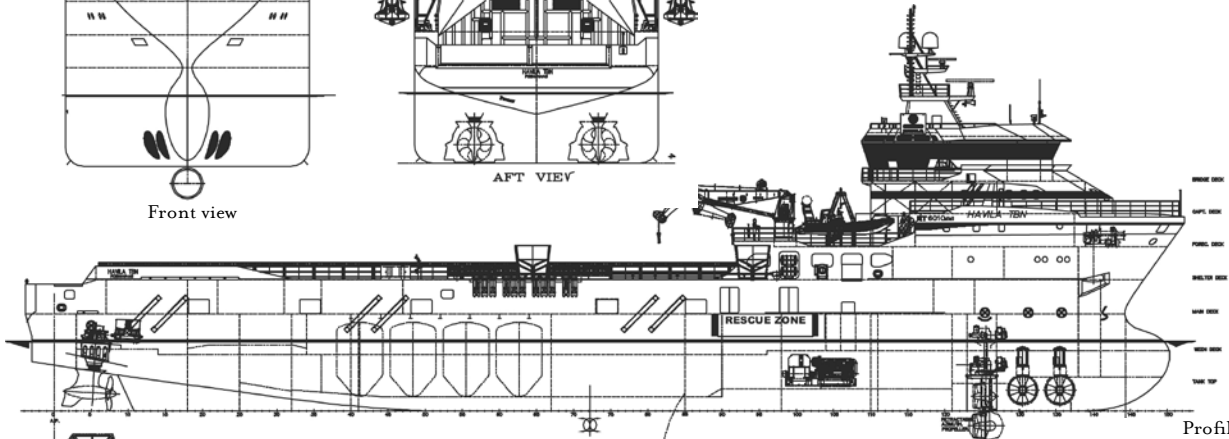
Loudhailer system: Speaker 150W
1 x Sound Powered Telephones system ith total of 5 telephones



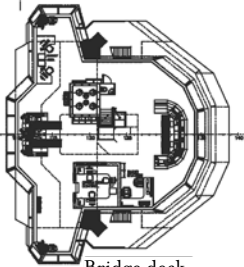
Front view



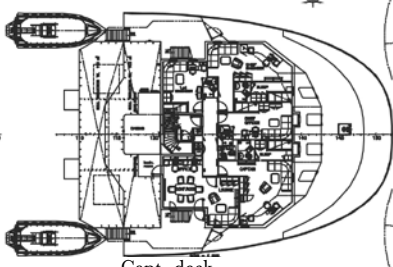
AFT VIEW



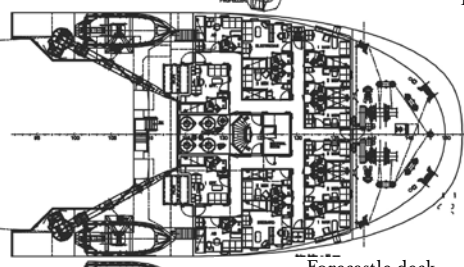
Profile



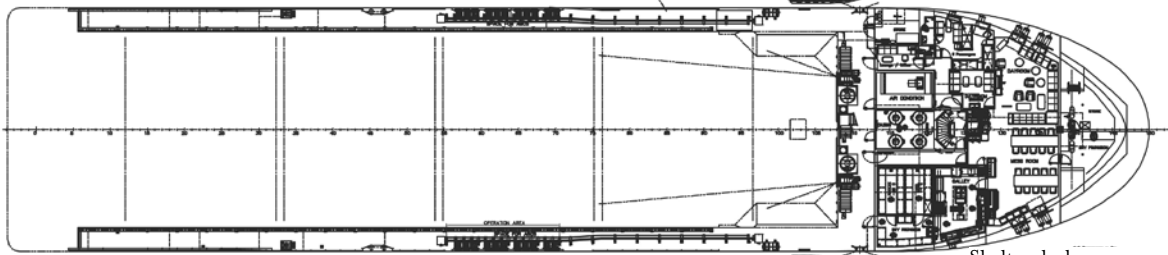
Bridge deck



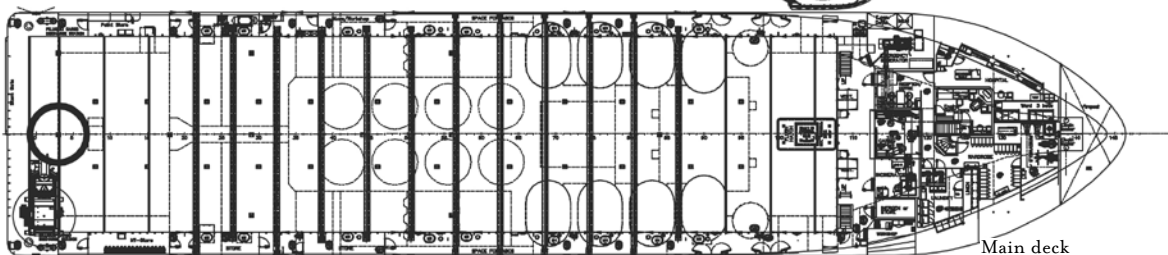
Capt. deck



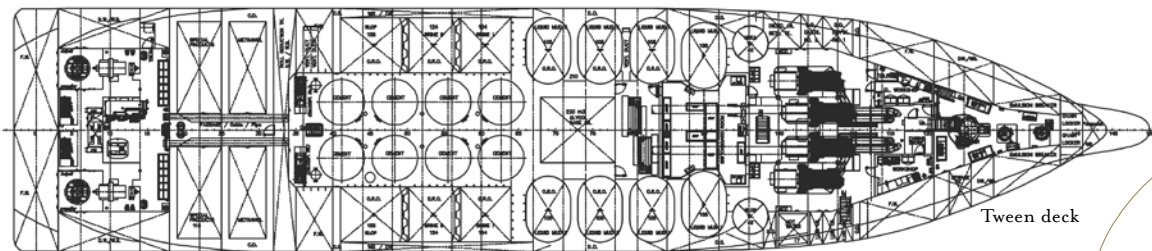
Forecastle deck



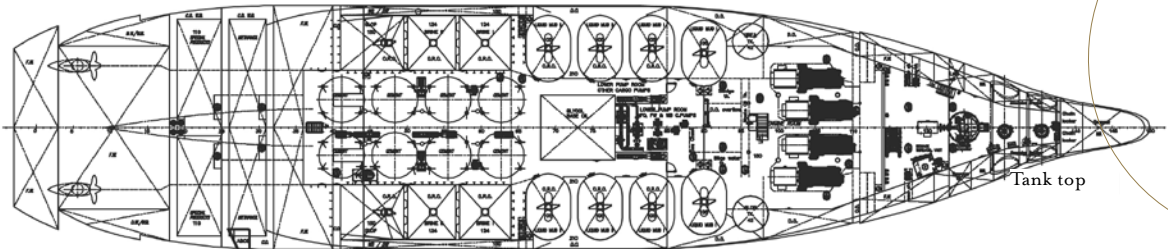
Shelter deck



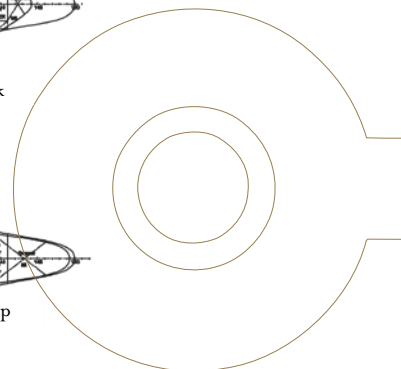
Main deck



Tween deck



Tank top



CARGO CAPACITY PLAN

TANK NR	Volume M³	Fuel	Pot Water	Drill water M³	Ballast water	Mud SG 2.8	Brine SG 2.5	Glycol Base Oil	Methanol	ORO Crude Oil	Emulsion Urea Special product	Anti Heeling Slop	Dry Bulk
1	149,7			149,7	149,7								
2 PS	98,2			98,2	98,2								
2 SB	85,2			85,2	85,2								
3 PS	128,5		128,5										
3 SB	130,5		130,5										
4 PS	82,3	82,3											
4 CL	116,6	116,6											
4 SB	89,7	89,7											
5 PS	139,4	139,4											
5 SB	139,4	139,4											
6 PS	195,6	195,6											
6 CL	102,1	102,1											
6 SB	197,2	197,2											
7 PS	146,7			146,7	146,7								
7 CL	142,6			142,6	142,6								
7 SB	146,7			146,7	146,7								
8 PS	186,6		186,6										
8 SB	189,3		189,3										
9 PS	107,4								107,4				
9 SB	107,4								107,4				
10 PS	109,0										109,0		
10 SB	104,7										104,7		
11 PS	77,5			77,5	77,5								
11 CL	175,5		175,5										
11 SB	83,3			83,3	83,3								
12 PS	105,0		105,0										
12 SB	105,0		105,0										
13 PS	51,0										51,0		
13 SB	51,0										51,0		
14 PS	40,5										40,5		
14 SB	40,1											40,1	
15 PS	110,5					110,5							
15 SB	110,5					110,5							
16 PS	109,9					109,9				109,9			
16 SB	109,9					109,9				109,9			
17 PS	109,9					109,9				109,9			
17 SB	109,9					109,9				109,9			
18 PS	109,9					109,9				109,9			
18 SB	109,9					109,9				109,9			
19 CL	243,7							243,7					
20 PS	128,6						128,6			128,6			
20 SB	128,6						128,6			128,6			
21 PS	124,8						124,8			124,8			
21 SB	124,8						124,8			124,8			
22 PS	155,9									155,9		155,9	
22 SB	155,9									155,9		155,9	
23 RRT	93,3			93,3	93,3							93,3	
24 RRT	97,4			97,4	97,4							97,4	
25 RRT	116,2			116,2	116,2							116,2	
44 CD	281,6				281,6								
45 CD	212,8				212,8								
BAR 1													50,0
BAR 2													50,0
BAR 3													50,0
BAR 4													50,0
CEM 5													50,0
CEM 6													50,0
CEM 7													50,0
CEM 8													50,0
TOTAL		1062,3	1020,4	1236,8	1731,2	880,4	506,8	0,0	107,4	0,0	356,2	658,8	400,0

1 M³ = 6,289 BARREL (BBL) = 35,315 F3



HAVILA SHIPPING ASA
P.O.Box 215
NO-6099 FOSNAVÅG
Norway






Phone: +47 700 80 900
Fax: +47 700 80 901
Duty Ph: +47 700 80 928
chartering@havila.no

www.havila.no



MPSV IEVOLI IVORY

MAIN DESCRIPTION

Year Built	: Delivery 2015
Vessel built	: Selah Shipyard – Tuzla (Turkey)
Type	: Standby Platform Supply Vessel / FiFi 1 / DP2 / Offshore Crane / Helideck / MoonPool
Classification	: ABS -  A1 (E) Offshore Support Vessel (FFV1, OSR-C2; SUPPLY-HNLS; ROV Capable; DSV Capable), SPS,  AMS,  ACCU,  DPS-2, ENVIRO, UWILD, GP, HAB (WB); HDC(A-Deck 10t/sqm); HLC (2,4t/cbm, LM Tanks), HELIDK, CRC
Additional Notes	:  SPS Code – Resolution MSC.266(84)
Port of registry	: TBA
Flag	: Italian
Call Sign	: TBA
IMO Nr.	: 9703368
Regulations	: ABS, COLREG, Load Line, SOLAS Certificates, Tonnage Certificate, Marpol Annex I,II,IV,V, VI, IMO A493-494, IMO A749 (18), IMO 673 (16), IMO A325, ISPS Code, MSC 645, MSC 664, MSC 235 (82)

MAIN PARTICULARS

Design	: MMC 887 MPSV
LOA	: 90,20 m
Length PP	: 86,56 m
Breath Moulded	: 18,80 m
Depth Moulded	: 7,40 m
Summer Draft	: 6,05 m
Gross tonnage	: TBC
Net tonnage	: TBC

PERFORMANCE

Trial Speed	: 14,00 Knots
Cons. at 100%	: 920 Kg/h (estimate)
Cons. at 85%	: 765 Kg/h (estimate)

At Economical Speed	: 350 Kg/h (estimate)
Port consumption	: 940 Kg/day (estimate)
Type of Fuel	: M.G.O.

CAPACITIES

Dead weight	: 4300 t (approx)
Gross Tonnage	: TBC
Net Tonnage	: TBC
Deck cargo	: 1500 tons
Cargo deck dimensions	: 52,00 x 16,00 m
Deck area	: 830 m ²
Deck strength	: 10 t/ m ²
Freezer Room	: Available
Cooler Room	: Available
Tank washing	: Available
Agitator LM Tanks System	: Available
Sewage Treatment Unit	: Available

DECK EQUIPMENT

Capstans	: 2 x 10 t
Tugger Winches	: 2 x 10 t
Deck CranE	: 2 t @ 10mt
Offshore Subsea	: 100t@11m Shipboard
Crane (AHC), 3000m	: 100t@9m Offshore
Fast Rescue Craft	: 1x15 persons (2x60hp outboard engines)

CARGO CAPACITIES - Preliminary

Water Ballast / Drill Water	: 1429m ³
Cargo Fresh water / Potable Water	: 1122 m ³
Fuel Oil	: 1146 m ³
Liquid Mud	: 1423 m ³
Brine	: 240 m ³
Dry Bulk	: 339 m ³
Recovered Oil	: 240 m ³
Methanol	: 240 m ³
Base Oil	: 123 m ³
Inert Gas System	: Not Fitted
Cargo and Ballast Monitoring System	: IAS - Fitted

CARGO PUMPS - Preliminary

Drill water	: 200 m ³ /h at 9 Bar
Potable water	: 200 m ³ /h at 9 Bar
Fuel oil	: 200 m ³ /h at 9 Bar
Base Oil	: 60 m ³ /h at 9 Bar
Liquid mud / Brine	: 3 x 150 m ³ /h at 15,5 Bar centrifugal
Liquid mud / ORO	: 1 x 100 m ³ /h at 24 Bar screw
Methanol	: 2 x 80 m ³ /h at 9 Bar

DRY CARGO CAPACITIES - Preliminary

4 pressure tanks for bulk cement/barite	: 339 m ³ /732 t
Compressor capacity	: 1500 m ³ /h
Work pressure	: 6,0 bar
Discharging capacity	: 2 x 100 t/h at 90 m head
Pipe and manifold	: 2 x 5" Weco

PIPE LINE CONNECTIONS

Dry Bulk	: 5" Hammer Lug Union WEKO
----------	----------------------------

Liquid Mud	: 5" Avery Hardoll CAMLOCK
Fuel oil	: 5" Avery Hardoll Male CAMLOCK
Potable Water	: 5" Hammer Lug Union WECO
Ballast Drill Water	: 5" Hammer Lug Union WECO
Methanol	: 5" Avery Hardoll CAMLOCK
Reducers Connections	: 4" and 5" for each connection type

GENERATORS AND PROPULSION

Main generators	: 2 x 2534 kW + 2 x 2000 kW
Power	
Propellers	: Azimuth Thrusters, Dia. 2650mm Variable speed, fixed pitch in nozzles
Tunnel thruster	: - 3 Tunnel Bow Thruster 3 x 900 Kw / 1224 Bhp
Emergency/Harbour generator	: 1 x 375 kVA

DP SYSTEM

DP Class	: II
DP Type	: Kongsberg
Gyro Compass	: 3 NAVIGAT X Mk1
Position Reference Units	: 3 x DGPS + 3 Wind Sensor 1 x Radius 1000 1 x Light Weight Taut Wire
Acoustic Reference	: 2 x Trunk fitted for Hipap 500 Predisposition
Motion Reference	: 2 x MRU-D + 1 x MRU-5
Wind Sensors	: 3
DP Alert System	: YES
ERN	: TBA

MANOEUVRING

Joystick	: Fully Integrated, serviceable from various wheelhouse positions + 1 portable
----------	--

NAVIGATION EQUIPMENT

1 x Radar, JRC JMA-5300, ARPA X-band
1 x Radar, JRC JMA-5300, ARPA S-band
2 x high resolution color display, radar plotter 19"
1 x Radar repeater (slave radar) at aft wheelhouse console
1 x DGPS JRC, JLR7800
1 x Navtex JRC
1 x Echo Sounder JRC
1 x Speed Log
1 x AIS, JRC A-Class
1 x Gyro Compasses YOKOKAWA
1 x Magnetic Compass PLATH
1 x Autopilot Kongsberg
1 x Doppler Log - Off Course Alarm JRC
1 x BNWAS/1, NAVITRON
1 x Voyage Data recorder

CCTV coverage for all key areas with display at Wheelhouse and ECR

COMMUNICATION EQUIPMENT

GMDSS Station Area A1+A2+A3
- 1 MF/HF JRC DSC +ATIS
- 2 VHF DSC JRC

- 3 Emergency VHF JOTRON TRON
- 2 Inmarsat C, JRC, JUE-85
- 1 Inm-C, SSAS, SAILOR
- 1 Radio telex
- 1 EPIRB JOTRON TRON
- 2 SART JOTRON TRON
- 1 Fleet Broadband 250 data/fax/mail transfer
- 1 Public Address System
- Talk Back System between DP station, Crane, Diving control Room, ROV control room

ACCOMODATION

Type of cabins	No. of cabins	No. Of berths
1 man cabins	9	9
2 men cabins	27	54
4 men cabins	6	24
Hospital / Dispensary	1	3
Total number of bunks	43 + 1	87 + 3

Messroom /Daily room	40 persons
Recreation Rooms	: Gym, Day room Lounge, Smoking Room
Ship's Office	: 1 off
Project Office	: 1 off
Client's Office	: 2 off
Meeting Room	: 1 off
ROV Offline Room	: 1 off
Sky Lobby	: Fitted
Sat TV	: Fitted

FIRE FIGHTING

FiFi, class I

The fire fighting system consists of the following main components:

- 2 off fire-fighting centrifugal pumps OGF300X400 COMBI capacity: 2000 m³/h head: 130 mlc 1800 rpm / 1024 Kw
- 2 single/dual flow monitors joystick controlled from bridge capacity: 1200 m³/h - 12,0 bar throw length – capacity full : 120 m
- Water spray system

RESCUE AND LIFESAVING EQUIPMENT

2 x Life Boats (48 persons each)
1 x Fast Rescue Boat (15 persons)
2 x Liferafts (12 persons each)
2 x Search Light remotely controlled from bridge
1 x Hospital with treatment bench, racks for stretchers, Desk, medicine, poison locker
1x Dispensary with medical equipments / medicine in accordance with Flag's State and International requirements

This specification is subject to alteration without prior notice

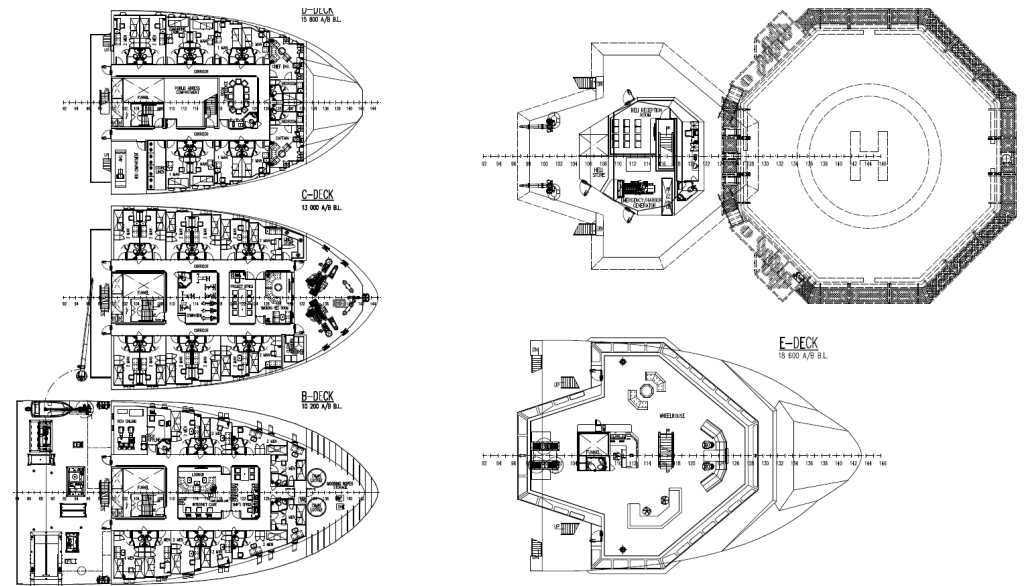
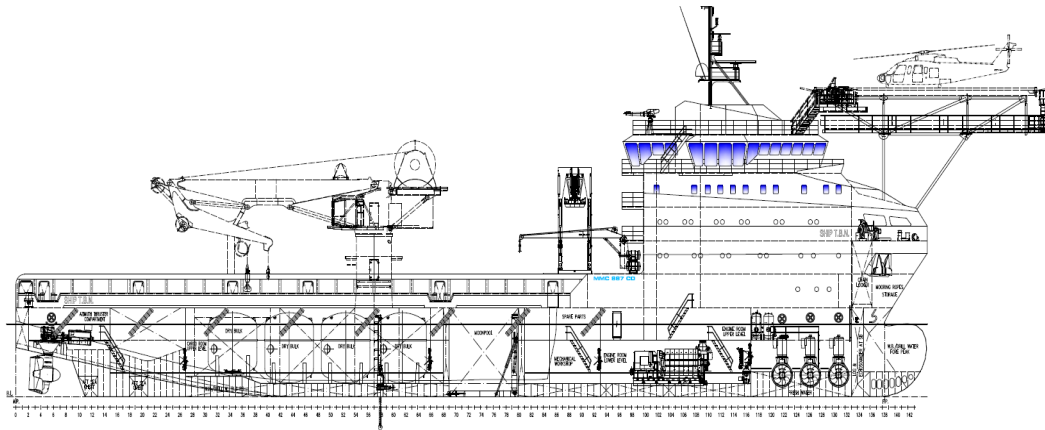


MARNAVI OFFSHORE S.r.l.

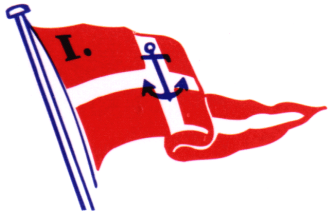
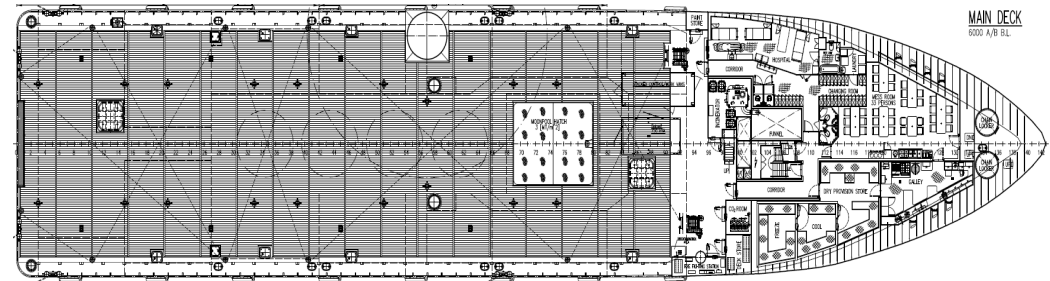
OPERATION & TECHNICAL MANAGER

Ievoli Ivory – MMC 887 MPSV Design

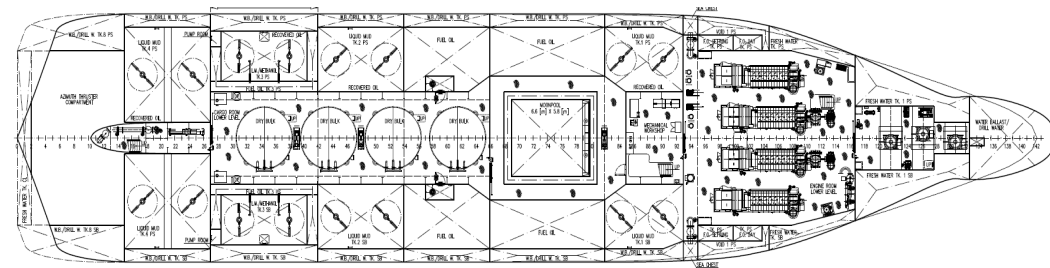
Multi Purpose Supply Vessel



Whilst care has been taken in the preparation of this document, the data and/or information referred to herein are purely indicative and are not contractually binding. They must be checked with reference to the specific operations and are subject to change. No liability is accepted by the owners for any errors which may exist in this document.



MARNAVI S. P. A.
TRASPORTI MARITTIMI











IEVOLI SAPPHIRE

PSV IEVOLI SAPPHIRE - MMC 879 CP

THE VESSEL IS EQUIPPED AND FITTED FOR THE FOLLOWING
CONTINGENCY SERVICES:

- FIRE FIGHTING
- MOB OPERATIONS
- SUPPLY DUTIES
- RESEARCH SHIP
- UNDERWATER ACTIVITIES

MAIN DESCRIPTION

Year Built	: Delivery October 2013
Vessel built	: Selah Shipyard – Tuzla (Turkey)
Type	: Standby Platform Supply Vessel / FiFi 1 / DP2
Classification	: ABS -  A1 (E) Offshore Support Vessel,  AMS,  ACCU,  DPS-2,  FFV Class 1, ENVIRO, UWILD, GP, OIL RECOVERY CAPABILITY Class 2
Additional Notes	:  SPS Code – Resolution MSC.266(84)
Port of registry	: TBA
Flag	: Italian
Call Sign	: TBA
IMO Nr.	: 9658111
Regulations	: ABS, COLREG, Load Line, SOLAS Certificates, Tonnage Certificate, Marpol Annex I,II,IV,V, VI, IMO A493-494, IMO A749 (18), IMO 673 (16), IMO A325, ISPS Code, MSC 645, MSC 664, MSC 235 (82)

MAIN PARTICULARS

Design	: MMC 879 CP
LOA	: 79,45 m
Length PP	: 76,10 m
Breath Moulded	: 16,80 m
Depth Moulded	: 7,40 m
Summer Draft	: 6,00 m
Gross tonnage	: TBC
Net tonnage	: TBC

PERFORMANCE

Trial Speed	: 14,00 Knots
At 100%	: 920 Kg/h (approx)
At 85%	: 765 Kg/h (approx)
At Economical Speed	: 350 Kg/h (approx)
Port consumption	: 1 m ³ /day (approx)
Type of Fuel	: M.G.O.

CAPACITIES

Dead weight	: 4000 t (approx)
Gross Tonnage	: TBC
Net Tonnage	: TBC
Deck cargo	: 1400 Tonn
Cargo deck dimensions	: 58,60 x 14,00 m
Deck area	: 820 m ²
Deck strength	: 05 t/ m ²
Freezer Room	: Available
Cooler Room	: Available
Tank washing	: Available
Agitator LM Tanks System	: Available
Sewage Treatment Unit	: Available

DECK EQUIPMENT

Capstans	: 2 x 10 t
Tugger Winches	: 2 x 10 t
Deck Crane	: 2 t @ 10mt
Fast Rescue Craft	: TBA

CARGO CAPACITIES - Preliminary

Water Ballast / Drill Water	: 1380 m ³
Cargo Fresh water / Potable Water	: 910 m ³
Fuel Oil	: 952 m ³ / Max 1483 m ³
Liquid Mud	: 1062 m ³
Brine	: 531 m ³
Dry Bulk	: 231 m ³
Recovered Oil	: 265 m ³
Methanol	: 202 m ³
Base Oil	: 531 m ³
Inert Gas System	: Fitted
Cargo and Ballast Monitoring System	: IAS - Fitted

CARGO PUMPS - Preliminary

Drill water	: 200 m ³ /h at 9 Bar
Potable water	: 200 m ³ /h at 9 Bar
Fuel oil	: 200 m ³ /h at 9 Bar
Base Oil	: 200 m ³ /h at 9 Bar
Liquid mud / Brine	: 2 x 75 m ³ /h at 14 Bar
Methanol	: 75 m ³ /h at 9 Bar

DRY CARGO CAPACITIES - Preliminary

4 pressure tanks for bulk	: 552 t
cement/barite	: 231 m ³
Compressor capacity	: 1278 m ³ /h
Work pressure	: 6,0 bar
Discharging capacity	: 2 x 100 t/h at 90 m head
Pipe and manifold	: 2 x 5" Weco

PIPE LINE CONNECTIONS

Dry Bulk	: 5" Hammer Lug Union (Weco) Male
Liquid Mud	: 5" Avery Hardoll Male
Fuel oil	: 5" Avery Hardoll Male
Potable Water	: 4" Hammer Lug Union (Weco) Male
Ballast Drill Water	: 4" Hammer Lug Union (Weco) Male
Methanol	: 4" Avery Hardoll Male
Reducers Connections	: 4" and 5" for each connection type

ENGINE AND PROPULSION

Main engines Power	: 2 x 2500 Kw / 2 x 3440 Bhp
Gear	: 2 Main Gear
Propellers	: Dia. 3000mm Variable pitch in fixed nozzels
Tunnel thruster	: - 2 Tunnel Bow Thruster 2 x 800 Kw / 1070 Bhp - 2 Tunnel Stern Thruster 2 x 600 Kw / 800 Bhp
Steering gear	: 2 x High lift profile rudder blades 2 x Electro independent hydraulic system 2 x Hydraulic Power Pack

AUXILIARY ENGINES

Shaft Generators	: 2 x 1400 Kw
Diesel Generators	: 3 x 585 Kw
Emergency generator	: 1 x 200 Kw

DP SYSTEM

DP Class	: II
DP Type	: Kongsberg
Gyro Compass	: 3 Navigat X Mk1
Position Reference Units	: 2 x DGPS + 3 Wind Sensor
Laser Reference	: 1 x Cyscan Mk4
Acoustic Reference	: HiPap Trunk fitted Hypap 500 Predisposition
Motion Reference	: 2 x MRU
ERN	: TBA

MANOEUVRING

Joystick	: Fully Integrated, serviceable from various wheelhouse positions + 1 portable
----------	---

NAVIGATION EQUIPMENT

1 x Radar, JRC JMA-5300 ARPA X-band
1 x Radar, JRC JMA-5300 ARPA S-band
2 x high resolution color display, radar plotter 19"
1 x Radar repeater (slave radar) at aft wheelhouse console
1 x DGPS JRC JLR 7800
1 x Navtex JRC
1 x Echo Sounder JRC
1 x Speed Log
1 x AIS JRC A-Class
1 x Gyro Compasses Yokokawa
1 x Magnetic Compass Plath
1 x Autopilot Kongsberg
1 x Doppler Log - Off Course Alarm
1 x BNWAS/1 Navitron
1 x Voyage Data recorder

CCTV coverage for all key areas with display at Wheelhouse and ECR

COMMUNICATION EQUIPMENT

GMDSS Station Area A1+A2+A3

- 1 MF/HF JRC DSC + ATIS
- 2 VHF DSC JRC
- 3 Emergency VHF Jotron Tron
- 2 Inmarsat C JRC JUE-85
- 1 Inmarsat C SSAS Sailor
- 1 Radio telex
- 1 EPIRB Jotron Tron
- 2 SART Jotron Tron
- 1 Fleet Broadband 500 data/fax/mail transfer
- 1 Public Address System

ACCOMMODATION

Type of cabins	No. of cabins	No. Of berths
1 man cabins	6	6
2 man cabins	12	24
Hospital / Dispensary	1	2
Total number of bunks	18 + 1	30 + 2
Recreation Rooms	: Gym, Day room Lounge, Smoking Room	
Ship's Office	: Fitted	
Sky Lobby	: Fitted	

FIRE FIGHTING

FiFi, class I

The fire fighting system consists of the following main components:

- 2 off fire-fighting centrifugal pumps FFS SPF250x350HD
capacity: 1742 m³/h head: 11,8 mlc 1800 rpm / 790 Kw
- 2 single/dual flow monitors FFS 1200/300LB
joystick controlled from bridge
capacity: 1200 m³/h - 10,0 bar
throw length – capacity full : 120 m
throw length – capacity reduced : 75 m
- 1 foam pump DPVSF 18-100
18 m³/h - 18,5 Kw head: 185 mlc 3420 rpm
- 2 fog monitors for own protection type ABS
Water spray system with standard tug nozzles
1061 m³/h at 7,8 bar

RESCUE AND LIFESAVING EQUIPMENT

- 1 x Fast Rescue Boat
- 4 x Liferafts
- 2 x Search Light remotely controlled from bridge
- 6 x Lifebuoys provided with strobe lights and lifelines
- 1 x Hospital with treatment bench, racks for stretchers,
Desk, medicine, poison locker
- 1x Dispensary with medical equipments / medicine in accordance
with Flag's State and International requirements

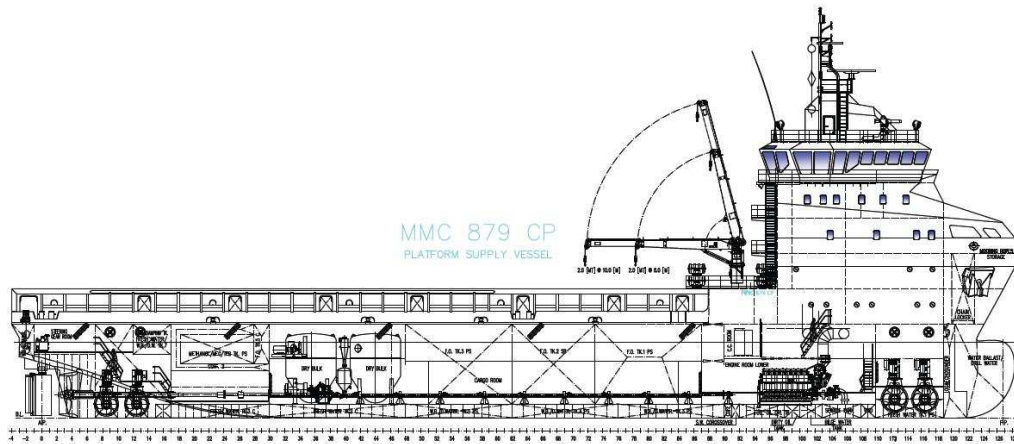
This specification is subject to alteration without prior notice



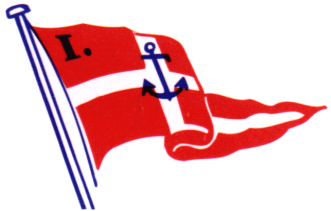
MARNAVI OFFSHORE S.r.l.

OPERATION & TECHNICAL MANAGER

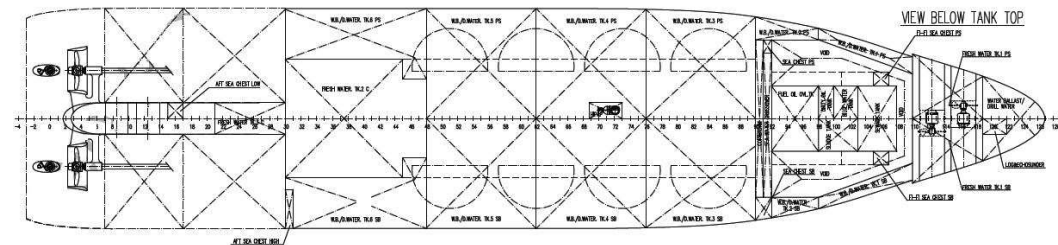
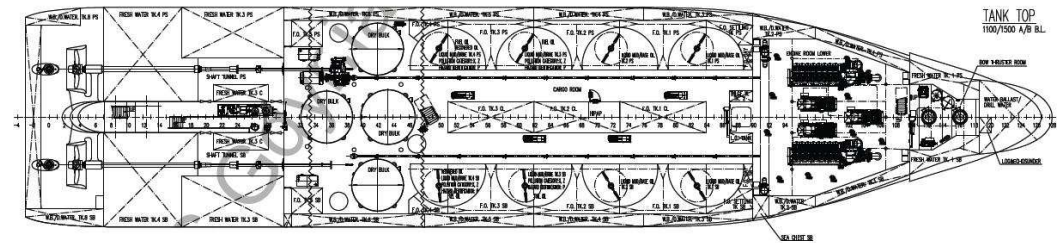
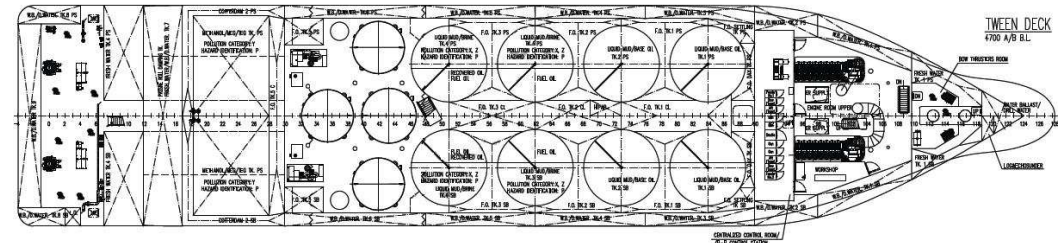
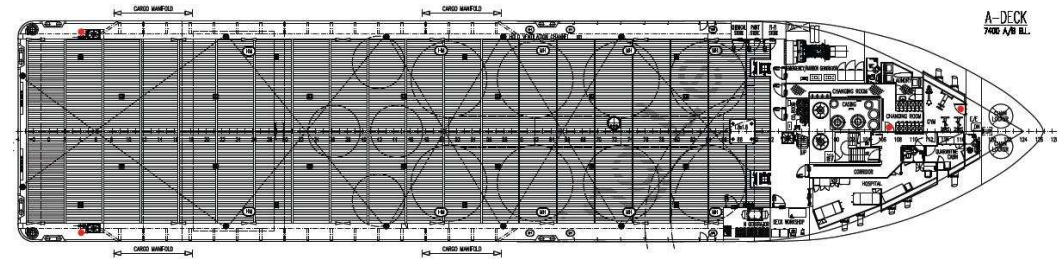
Ievoli Sapphire – MMC 879 CP Design Platform Supply Vessel



Whilst care has been taken in the preparation of this document, the data and/or information referred to herein are purely indicative and are not contractually binding. They must be checked with reference to the specific operations and are subject to change. No liability is accepted by the owners for any errors which may exist in this document.

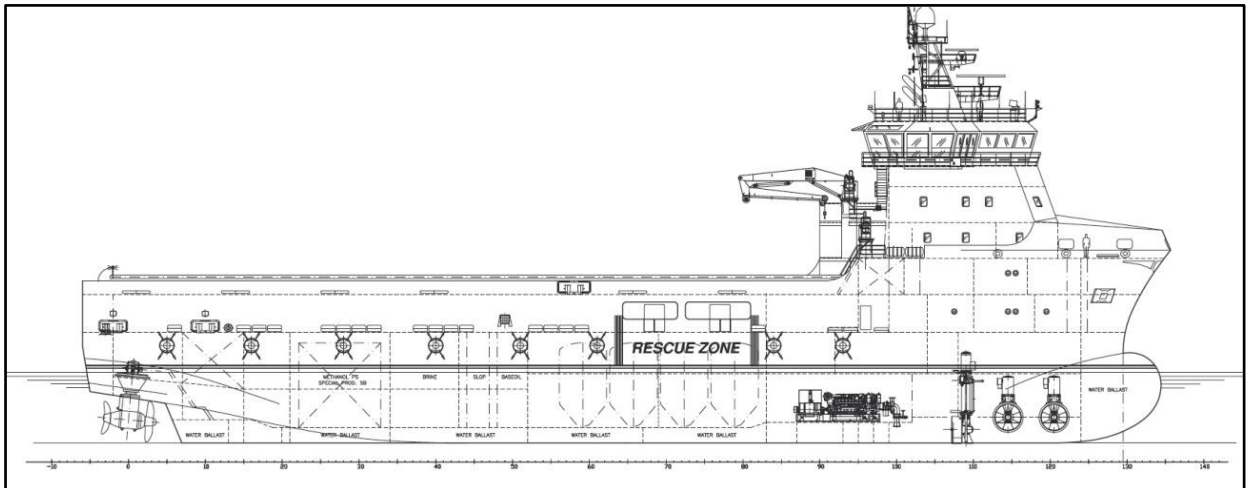


MARNAVI S. P. A.
TRASPORTI MARITTIMI



Proyecto final de grado
Grado en ingeniería de propulsión y servicios del
buque 2015-2016

Buque de suministro a plataformas de
5000 TPM



Cuaderno 6

Diego Rodríguez Gosende



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO: 16-09 P

TIPO DE BUQUE : Buque de suministro a plataformas PSV (Platform Supply vessel)

CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : Det Norske Veritas, Solas, Marpol, Reglamentación estándar

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 5000 TPM, carga mixta para suministro a plataformas (líquidos de perforación, cemento, agua potable, etc), 1050 m² de espacio de carga en cubierta, lucha contra contaminación, Rescate Stand by.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA : 12 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía para 62 días de marcha.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : Bombas para realizar la operación de C/D en 10 horas, dos grúas de carga de 5t. Medios de limpieza de tanques.

PROPULSIÓN : Diesel eléctrica con DP2.

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 30 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES : Los habituales en este tipo de buques. Sistema de cálculo de las condiciones de carga.

Ferrol, Febrero de 2.016

ALUMNO : D. Diego Rodríguez Gosende

Índice

6.1 Introducción.....	4
6.2 Estimación de la potencia propulsora.....	5
6.3 Elección de la planta propulsora.....	24
6.4 Consideraciones sobre el propulsor.....	40
6.5 Consideraciones sobre el equipo de gobierno.....	52
6.6 Consideraciones sobre el codaste.....	53
6.7 Otros propulsores asociados al D.P.....	55
Bibliografía.....	58

Anexo I - DWG del Azipod CO

Anexo II - Catálogos

6.1 Introducción:

En este Cuaderno 6 se trata la planta propulsora del proyecto. Definiremos con el mayor detalle posible la predicción de la resistencia al avance, la planta propulsora necesaria para mover el barco de acuerdo a lo acordado en las RPA's, y una consecuente elección de las hélices adecuadas. Una vez definidos estos apartados, se consultaran catálogos comerciales para hacer un croquis lo más fiable posible de cómo instalar la propulsión y el gobierno a bordo. Adicionalmente estudiaremos los requerimientos de posicionamiento dinámico y el sistema de gobierno particular que decida instalarse.

En primer lugar, es necesario señalar que la configuración típica de un PSV contemporáneo equipado con Posicionamiento dinámico de clase 2 es diesel-eléctrica, con varios propulsores orientables. Dada su flexibilidad de operación y permisibilidad con la variación de potencia en diversas circunstancias, ha demostrado ser una configuración más adecuada para el cometido que la tradicional propulsión con motor diesel. Este aspecto, sin embargo, hace necesario tener en cuenta que muchos de los softwares y expresiones de cálculo típicas para predicciones de potencia aún están parametrizados para una planta Diesel tradicional.

Como se ha mencionado en el Cuaderno 1, las RPA's contienen la exigencia de una velocidad de servicio de 12 nudos. Tras observar los PSV actuales, este dato en si resulta coherente, pero también se observa que cuentan con capacidad para dar velocidades máximas mayores. Considerando esto, se tomara la conservadora decisión de dimensionar el buque como si su velocidad de servicio fuera de 14,5 nudos, habida cuenta del 15% margen de mar y las otras especificaciones de las RPA's.

Se recuerdan las dimensiones principales del buque:

L [m]	82,6
B [m]	19,8
T [m]	6,68
D [m]	8,25
Fn	0,217
Cb	0,740
Cp	0,770
Cm	0,960
Cf	0,823
Xcc[m]	43,19

6.2 Estimación de la potencia propulsora:

Para poder predecir la resistencia al avance de nuestro proyecto de forma aceptablemente fiable, haremos uso del software Navcad 2012. Presenta las ventajas de permitir el ingreso manual de datos y la predicción de otros, suministrando a su vez como de fiables o aplicables resultan ser estas predicciones. A su vez, presenta ciertas desventajas, la más notable ser un programa de cálculo general y por tanto tener modelos no tan orientados a la configuración particular típica de los PSV con propulsión eléctrica en forma de pods.

A continuación se explicara en detalle el proceso de ingreso y predicción de datos. Nótese que se ha configurado el programa a trabajar en unidades del Sistema Internacional y Técnico.

Project		
Project ID:	PSV 5000	
Description:		
Summary		
Scope:	ITTC-78 (CT)	▼
Configuration:	Monohull	▼
Chine type:	Round/multiple	▼
Length on WL:	82,600	m
Displacement:	8286,61	t
Propulsor type:	Propeller	▼
Count:	2	▼
Water properties		
Water type:	Salt	▼
Density:	1026,00	kg/m3
Viscosity:	1,18920e-6	m2/s
Speeds		
Speed [01]	6,00	kt
Speed [02]	8,00	kt
Speed [03]	10,00	kt
Speed [04]	12,00	kt
Speed [05]	13,00	kt
Speed [06]	14,00	kt
Speed [07]	14,50	kt
Speed [08]	15,00	kt
Speed [09]	15,50	kt
Speed [10]	16,00	kt
Design condition		
Design speed:	14,50	▼ kt

En esta imagen extraída del programa pueden verse las primeras consideraciones a hacer. Antes de nada elegimos la **ITTC-78** como ámbito de análisis. Se elige la configuración **monocasco** y **formas redondeadas**. Ingresamos manualmente la eslora de flotación de **82,6 m** y el desplazamiento de **8286,61 t**. Existen varias opciones para el tipo de propulsor, siendo la de lista la que más se ajusta a esta situación “**Propeller**”, la hélice convencional. Contaremos **2** por ser esta una configuración casi omnipresente en los buques actuales. Un mínimo de dos elementos se requiere como parte intrínseca del D.P. de clase 2.

Escogeremos “**Salt**”, agua salada marina, ya que la zona de operación es el Mar del Norte, excluyendo cauces fluviales u otras aguas.

Debemos establecer un rango de velocidades para nuestro ensayo. Dada nuestro requerimiento en las RPA’s de 12 nudos y nuestra consideración de usar **14,5 nudos como velocidad de servicio**, hemos tomado un rango de **6 a 16 nudos nudo por nudo**, y contemplado los **6 nudos** para tener en

consideración esta velocidad posible en condiciones de ataque y maniobra.

Con estos datos, Navcad ya computa automáticamente el coeficiente volumétrico y cada número de Froude para el rango de velocidades propuesto:

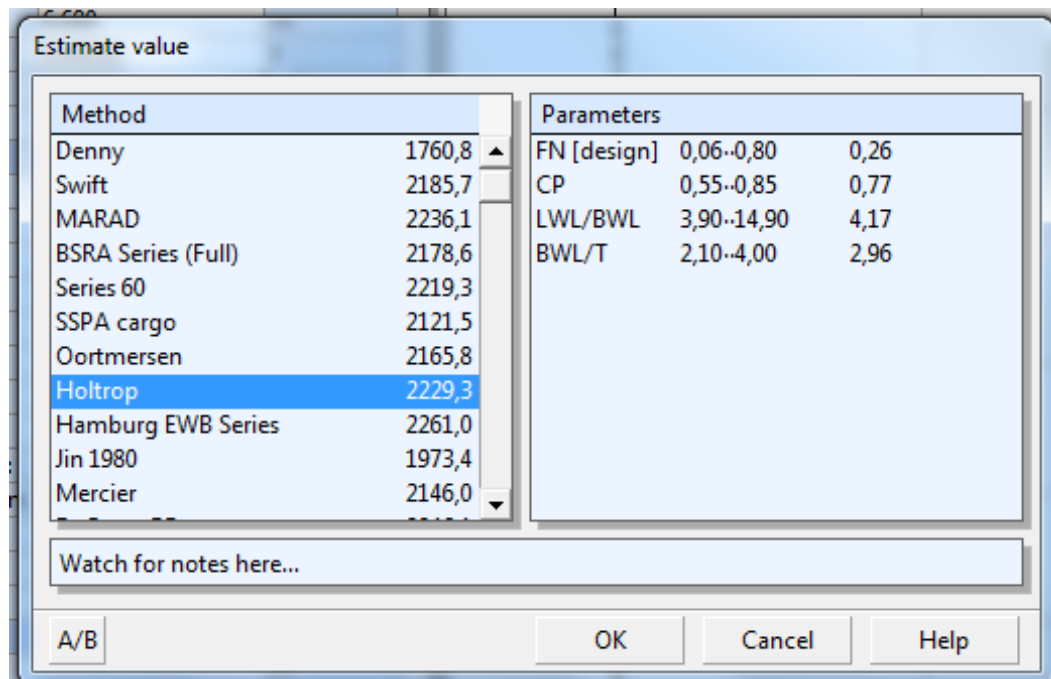
Project		
Project ID:	PSV 5000	
Description:		
Summary		
Scope:	ITTC-78 (CT)	▼
Configuration:	Monohull	▼
Chine type:	Round/multiple	▼
Length on WL:	82,600	m
Displacement:	4,117	[CVOL]
Propulsor type:	Propeller	▼
Count:	2	▼
Water properties		
Water type:	Salt	▼
Density:	1026,00	kg/m3
Viscosity:	1,18920e-6	m2/s
Speeds (FNL: 82,600 m)		
FNL [01]	0,108453	
FNL [02]	0,144603	
FNL [03]	0,180754	
FNL [04]	0,216905	
FNL [05]	0,234980	
FNL [06]	0,253056	
FNL [07]	0,262094	
FNL [08]	0,271131	
FNL [09]	0,280169	
FNL [10]	0,289207	
Design condition		
Design speed:	14,50	▼ kt

A continuación definiremos los parámetros conocidos de las formas del buque.

Hull		
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
General		
Length on WL:	82,600	m
Max beam on WL:	19,800	m
Max molded draft:	6,680	m
Displacement:	8291,54	t
Wetted surface:	2151,2	m ²
Demi-hull spacing:		m
ITTC-78 (CT)		
LCB fwd TR:	43,200	m
LCF fwd TR:	39,400	m
Max section area:	127,0	m ²
Waterplane area:	1346,0	m ²
Bulb section area:	0,0	m ²
Bulb ctr below WL:	0,000	m
Bulb nose fwd TR:	0,000	m
Transom area:	0,0	m ²
Transom beam WL:	0,000	m
Transom immersion:	0,000	m
Half entrance angle:	45,29	deg
Bow shape factor:	1,0	[WL flow]
Stern shape factor:	1,0	[WL flow]
Planing		
Proj chine length:		m
Proj bottom area:		m ²
LCG fwd TR:		m
VCG below WL:		m
Aft station (fwd TR):		m
Deadrise:		deg
Chine beam:		m

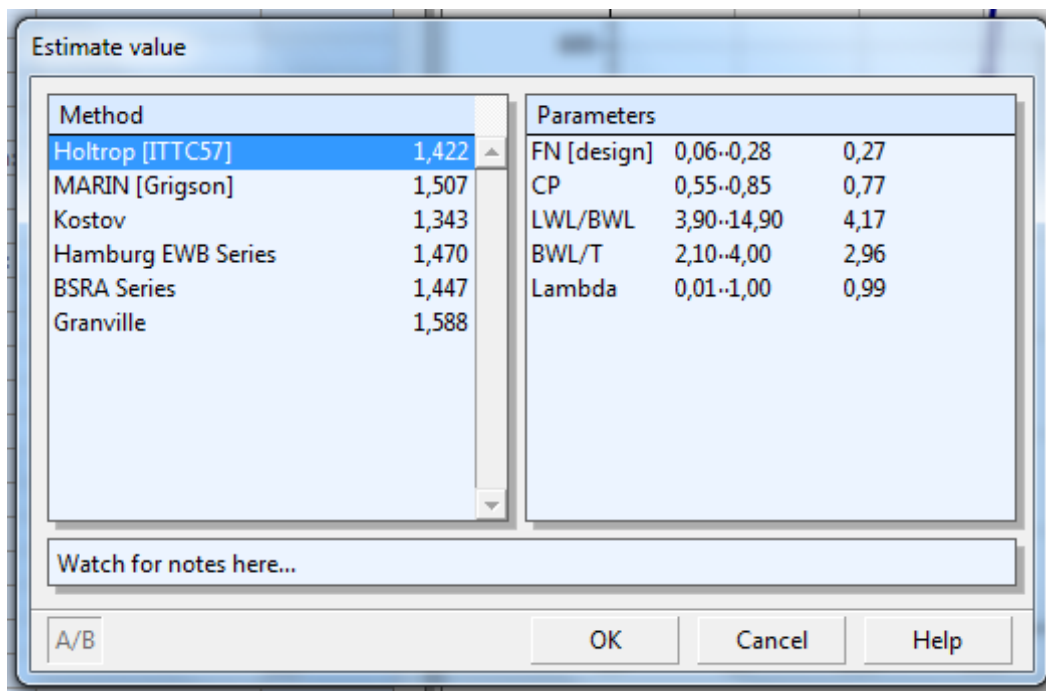
Introducimos la manga de **19,8 m** y el calado de diseño de **6,68 m**. A continuación, usando la notación de coeficientes introducimos el parámetro de **LCB fwd TR= 0,523**, que expresado en metros son 43,2 m. De igual manera se introduce el **Coeficiente de la maestra = 0,961**, resultando un área máxima de 127 m², y el **Coeficiente de flotación=0,823**, con un área de flotación de 1346 m².

Ahora que el programa cuenta con esos datos, podemos pedirle que estime, por ejemplo, “Wetted Surface”, la superficie mojada. Para ello usa varias formulaciones, indicando que datos necesita para cada una y para que rango esta es aplicable. En el caso de la superficie mojada, escogemos el método Holtrop, dado que tenemos todos los datos necesarios y estos tienen valores aplicables:



Usamos la misma función para predecir “Half Entrance Angle”, el semiángulo de entrada: 45,21°

Adicionalmente, usando Holtrop puede inferirse un valor para el coeficiente de formas de 1,422.



Dada su configuración diesel eléctrica con Posicionamiento Dinámico de Clase 2, y viendo las configuraciones de buques muy similares como el Havila Charisma o el Havila Commander, podemos dejar establecido que la propulsión principal se realizara con dos unidades pods o acimutales a

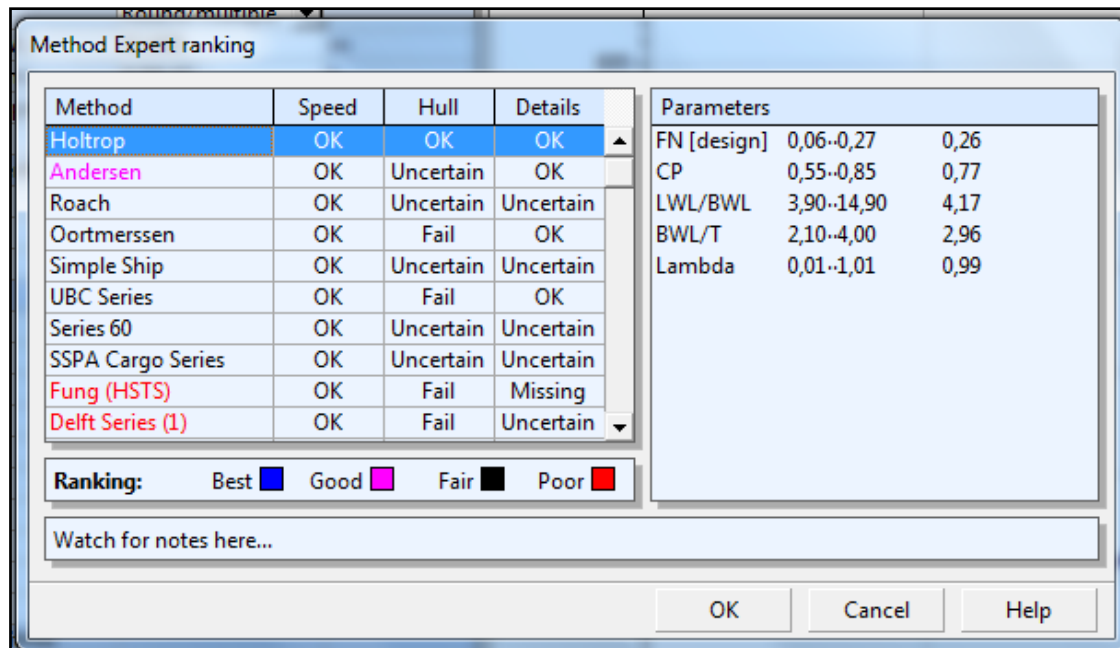
popa, y contará con el apoyo de unidades retráctiles y hélices transversales a proa que no operaran durante tránsito. Esto conlleva que: No habrá timón, eje u otros elementos en la carena que consideren como apéndices. Pero para hacer un cálculo más conservador, se considerará la resistencia causada por las góndolas como si fueran dos ejes expuestos de 25 m^2 , que es aproximadamente la superficie expuesta de las góndolas de buques similares. Adicionalmente, el propio programa tiene dos apartados donde introducir el diámetro y la semimanga del túnel de la hélice de proa. Observando disposiciones generales de los buques de la base de datos, hemos inferido preliminarmente que sus dimensiones son $d: 2,36\text{m}$ y **semimanga del túnel: 2,95m**. Tras considerar las hélices de proa disponibles en el apartado 6.7 discutido más adelante, el valor del diámetro del túnel se corrige a **$d: 2,18\text{m}$** .

Dado que en este presente trabajo no se contempla la realización del cuaderno correspondiente a las formas, se hipotetizan unas formas similares a las del “Havila Commander”. De sus planos, escalándolos a nuestras dimensiones, podemos establecer para nuestro cuaderno algunas formas necesarias para la predicción de resistencia:

Bulbo: Área de la sección $8,9 \text{ m}^2$; Centroide bajo flotación $3,32 \text{ m}$; Longitud $3,54\text{m}$.

Popa de espejo: Área $15,9 \text{ m}^2$; Manga en la flotación $17,6\text{m}$; Calado $1,885\text{m}$.

Con estos datos, ya es posible hacer una estimación de la resistencia al avance. Siguiendo la recomendación del propio programa, usaremos el método Holtrop. Este método estadístico está basado en 334 buques diferentes incluyendo cargueros, buques cisterna, graneleros, pesqueros, remolcadores, portacontenedores y buques militares.



Que otorga los siguientes resultados:

Resistance

25 abr 2016 04:37

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba C6.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Margin:	[Calc] Hull drag only [15%]
Friction line:		ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	[On]	1,422	Water type:	Salt
Speed corr:	[On]		Density:	1026,00 kg/m3
Spray drag corr:	[On]	Apply full (no deflector)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off]			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,26	0,77	4,17	2,96	0,99
Range	0,06..0,27	0,55..0,85	3,90..14,90	2,10..4,00	0,01..1,01

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
6,00	0,108	0,220	2,14e8	0,001871	1,421	0,001612	0,000000	0,000608	0,004879
8,00	0,145	0,293	2,86e8	0,001799	1,418	0,001528	0,000000	0,000600	0,004680
10,00	0,181	0,367	3,57e8	0,001747	1,411	0,001596	0,000000	0,000590	0,004650
12,00	0,217	0,440	4,29e8	0,001705	1,395	0,002125	0,000000	0,000579	0,005083
13,00	0,235	0,477	4,65e8	0,001687	1,384	0,002658	0,000000	0,000573	0,005566
14,00	0,253	0,513	5,00e8	0,001671	1,368	0,003504	0,000000	0,000568	0,006359
+ 14,50 +	0,262	0,532	5,18e8	0,001664	1,360	0,003953	0,000000	0,000565	0,006781
15,00	0,271	0,550	5,36e8	0,001656	1,350	0,004365	0,000000	0,000563	0,007164
15,50	0,280	0,568	5,54e8	0,001649	1,340	0,004829	0,000000	0,000560	0,007598
16,00	0,289	0,587	5,72e8	0,001643	1,329	0,005484	0,000000	0,000557	0,008224
RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
6,00	53,16	0,70	0,00	0,00	0,00	7,97	61,83	164,1	190,8
8,00	90,66	1,20	0,00	0,00	0,00	13,60	105,46	373,1	434,0
10,00	140,74	1,82	0,00	0,00	0,00	21,11	163,67	724,0	842,0
12,00	221,54	2,57	0,00	0,00	0,00	33,23	257,33	1367,6	1588,6
13,00	284,71	2,98	0,00	0,00	0,00	42,71	330,40	1904,1	2209,6
14,00	377,26	3,42	0,00	0,00	0,00	56,59	437,27	2717,1	3149,3
+ 14,50 +	431,49	3,66	0,00	0,00	0,00	64,72	499,87	3218,7	3728,7
15,00	487,89	3,90	0,00	0,00	0,00	73,18	564,96	3764,9	4359,6
15,50	552,53	4,14	0,00	0,00	0,00	82,88	639,55	4405,8	5099,7
16,00	637,21	4,39	0,00	0,00	0,00	95,58	737,18	5244,9	6067,8
OTHER									
SPEED [kt]	CTLR	CTLT							
6,00	0,01837	0,05562							
8,00	0,01742	0,05336							
10,00	0,01819	0,05301							
12,00	0,02422	0,05794							
13,00	0,03030	0,06345							
14,00	0,03995	0,07249							
+ 14,50 +	0,04507	0,07730							
15,00	0,04976	0,08167							
15,50	0,05504	0,08662							
16,00	0,06251	0,09375							

Report ID20160425-1637

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Resistance

25 abr 2016 04:37

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba C6.hcnc**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	82,600 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,172] 19,800 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,964] 6,680 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,739] 8286,61 t	Chine beam:	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 5,538] 2229,3 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,523] 43,200 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 39,400 m	Chine beam:	0,000 m
Max section area:	[CX 0,960] 127,0 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,823] 1346,0 m2	Deadrise:	0,00 deg
Bulb section area:	8,9 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	3,320 m	Propeller diameter:	4000,0 mm
Bulb nose fwd TR:	3,540 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,125] 15,9 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,877] 17,360 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,282] 1,885 m		
Half entrance angle:	45,29 deg		
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0		
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0		

Report ID20160425-1637

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Resistance

25 abr 2016 04:37

HydroComp NavCad 2012

Project ID **PSV 5000**

Description

File name **Prueba C6.hcnc****Appendage data**

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	0
Percent of hull drag:	2,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	2	Height fwd:	0,000 m
Max prop diam:	4000,0 mm	Projected area:	0,0 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,0 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	25,0 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,0 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Projected area:	0,0 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,0 m2	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,0 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,0 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,0 m2		
Wetted surface:	0,0 m2		

Environment data

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	0,0 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	0,0 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Cargo ship		
Transverse area:	0,0 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	0,0 m2		

Report ID20160425-1637

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Resistance

25 abr 2016 04:37

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba C6.hcnc**Symbols and values**

FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]
RN = Reynolds number [LWL]
CF = Frictional resistance coefficient
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]
CR = Residuary resistance coefficient
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness
CA = Correlation allowance [dynamic]
CT = Total bare-hull resistance coefficient

RBARE = Bare-hull resistance
RAPP = Additional appendage resistance
RWIND = Additional wind resistance
RSEAS = Additional sea-state resistance
RCHAN = Additional shallow/channel resistance
RMARGIN = Resistance margin
RTOTAL = Total vessel resistance

CTLR = Telfer residuary resistance coefficient
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient
PEBARE = Bare-hull effective power
PETOTAL = Total effective power

+ = Design speed indicator
* = Exceeds parameter limit

Resistance

4 abr 2016 06:27

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

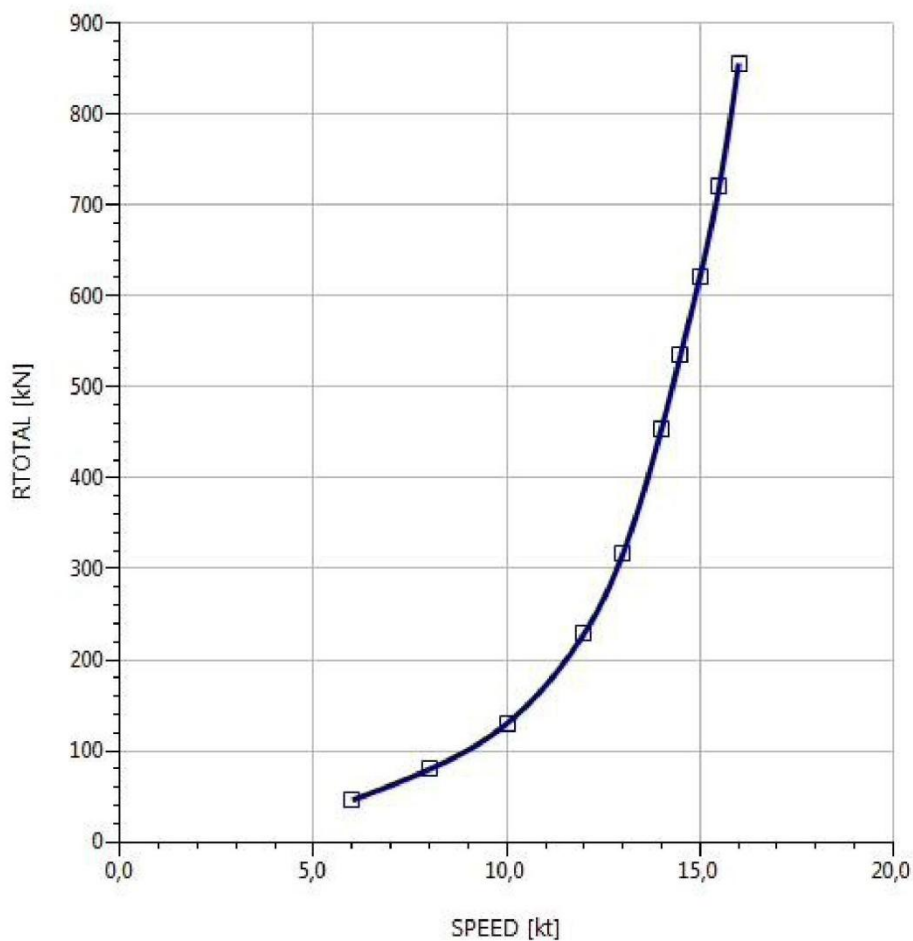
Description

File name

Prueba C6.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)		Added drag	
Technique:		[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:			Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:				Seas:	[Off]
Model LWL:				Shallow/channel:	[Off]
Expansion:			Standard	Margin:	[Calc] Hull drag only [15%]
Friction line:			ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:		[On]	1,423	Water type:	Salt
Speed corr:		[On]		Density:	1026,00 kg/m3
Spray drag corr:		[On]	Apply full (no deflector)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Corr allowance:			ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:		[Off]			

Predicted resistance

Report ID20160404-1827

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

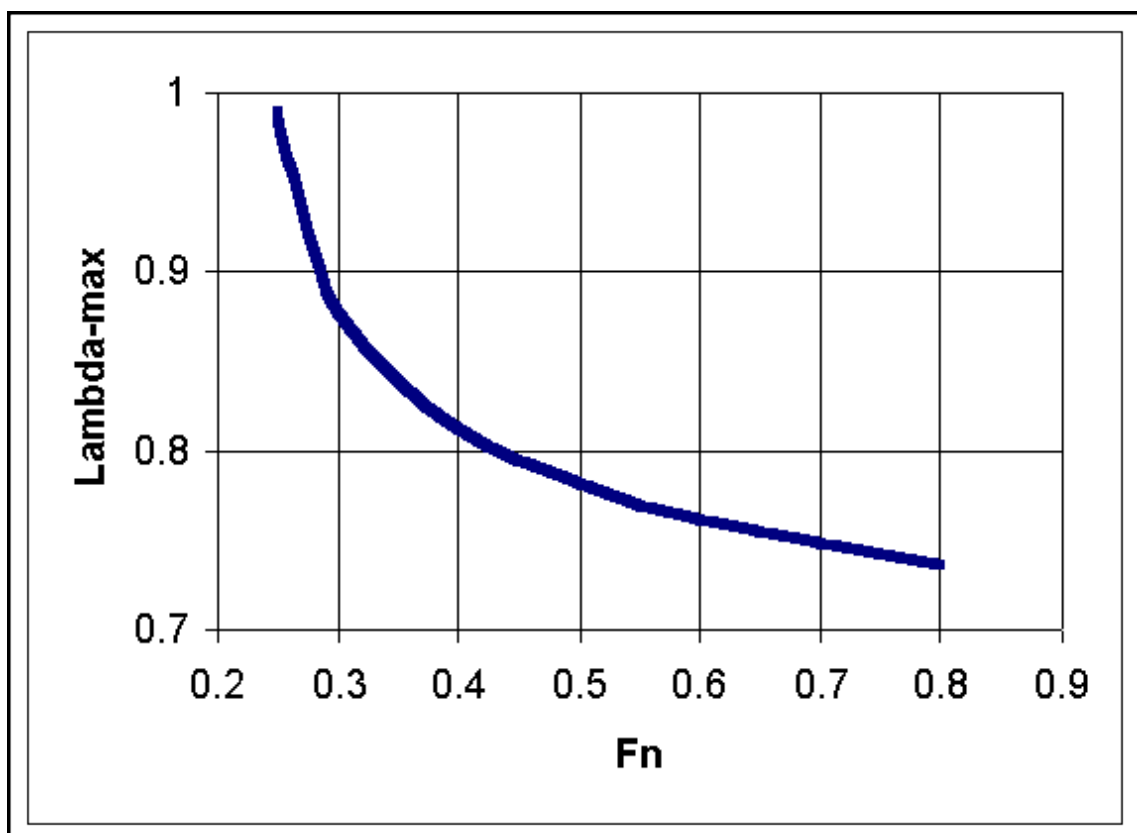
Por tanto, el método Holtrop nos proporciona una estimación de la resistencia total al avance de **499,89 kN**.

Como comentario obligatorio a este resultado, el propio programa advierte que el método Holtrop pierde fiabilidad al trabajar con buques con espejo de popa plano, y recomendando usar el factor de forma dependiente de la velocidad para corregir este posible error.

También puede observarse que el parámetro Lambda se encuentra muy cerca de su límite admisible. Lambda es validado como:

$$\lambda = 1,446 \cdot C_p - 0,03 \cdot \frac{L}{B}$$

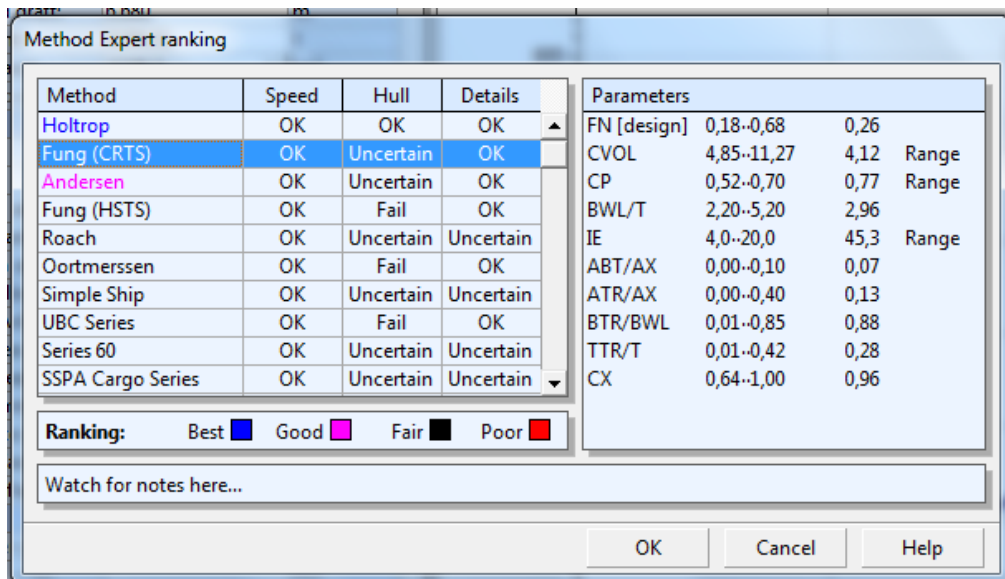
Los programadores suministran la siguiente curva para determinar si es o no de aplicación en función del número de Froude a la velocidad de servicio:



Donde puede observarse que nuestra predicción cae en una zona donde su fiabilidad está en entredicho.

Por tanto, para mayor seguridad, contrastaremos este resultado con otra formulación alternativa.

Escogemos la formulación Fung (CRTS), por las siguientes razones:



A pesar de encontrarnos fuera del rango aconsejable de C_{VOL} , C_P y el semiángulo de entrada este método está enfocado en la predicción de resistencia al avance en una fase temprana del proyecto de un buque con popa de espejo. Usa un total de 529 modelos de la armada estadounidense como base de datos. Se considera por tanto, de las alternativas disponibles, la más aproximada a nuestro buque de todos los modelos ofertados.

Arroja los siguientes resultados:

Resistance

25 abr 2016 04:54

HydroComp NavCad 2012

Project ID **PSV 5000**

Description

File name **Prueba C6.hcnc****Analysis parameters**

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:		Fung (CRTS)	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Margin:	[Calc] Hull drag only [15%]
Friction line:		ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	[On]	1,422	Water type:	Salt
Speed corr:	[On]		Density:	1026,00 kg/m3
Spray drag corr:	[On]	Apply full (no deflector)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off]			

Prediction method check [Fung (CRTS)]

Parameters	FN [design]	CVOL	CP	BWL/T	IE	ABT/AX	ATR/AX	BTR/BWL	TTR/T
Value	0,26	4,12*	0,77*	2,96	45,3*	0,07	0,13	0,88	0,28
Range	0,18-0,68	4,85-11,27	0,52-0,70	2,20-5,20	4,0-20,0	0,00-0,10	0,00-0,40	0,01-0,85	0,01-0,42

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
6,00	0,108	0,220	2,14e8	0,001871	1,421	0,000371	0,000000	0,000608	0,003638
8,00	0,145	0,293	2,86e8	0,001799	1,418	0,000401	0,000000	0,000600	0,003553
10,00	0,181	0,367	3,57e8	0,001747	1,411	0,001042	0,000000	0,000590	0,004097
12,00	0,217	0,440	4,29e8	0,001705	1,395	0,002393	0,000000	0,000579	0,005351
13,00	0,235	0,477	4,65e8	0,001687	1,384	0,002920	0,000000	0,000573	0,005828
14,00	0,253	0,513	5,00e8	0,001671	1,368	0,003577	0,000000	0,000568	0,006432
+ 14,50 +	0,262	0,532	5,18e8	0,001664	1,360	0,004006	0,000000	0,000565	0,006833
15,00	0,271	0,550	5,36e8	0,001656	1,350	0,004522	0,000000	0,000563	0,007321
15,50	0,280	0,568	5,54e8	0,001649	1,340	0,005116	0,000000	0,000560	0,007886
16,00	0,289	0,587	5,72e8	0,001643	1,329	0,005741	0,000000	0,000557	0,008481
RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
6,00	39,64	0,70	0,00	0,00	0,00	5,95	46,28	122,3	142,8
8,00	68,83	1,20	0,00	0,00	0,00	10,32	80,35	283,3	330,7
10,00	123,99	1,82	0,00	0,00	0,00	18,60	144,41	637,9	742,9
12,00	233,21	2,57	0,00	0,00	0,00	34,98	270,76	1439,7	1671,5
13,00	298,08	2,98	0,00	0,00	0,00	44,71	345,77	1993,5	2312,5
14,00	381,54	3,42	0,00	0,00	0,00	57,23	442,19	2747,9	3184,8
+ 14,50 +	434,82	3,66	0,00	0,00	0,00	65,22	503,70	3243,5	3757,4
15,00	498,58	3,90	0,00	0,00	0,00	74,79	577,27	3847,4	4454,6
15,50	573,45	4,14	0,00	0,00	0,00	86,02	663,61	4572,6	5291,5
16,00	657,15	4,39	0,00	0,00	0,00	98,57	760,12	5409,1	6256,6
OTHER									
SPEED [kt]	CTLR	CTLT							
6,00	0,00423	0,04147							
8,00	0,00457	0,04051							
10,00	0,01188	0,04670							
12,00	0,02727	0,06100							
13,00	0,03328	0,06643							
14,00	0,04077	0,07332							
+ 14,50 +	0,04566	0,07789							
15,00	0,05155	0,08346							
15,50	0,05832	0,08990							
16,00	0,06545	0,09668							

Report ID20160425-1654

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Resistance

25 abr 2016 04:54

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba C6.hcnc**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	82,600 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,172] 19,800 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,964] 6,680 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,739] 8286,61 t	Chine beam:	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 5,538] 2229,3 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,523] 43,200 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 39,400 m	Chine beam:	0,000 m
Max section area:	[CX 0,960] 127,0 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,823] 1346,0 m2	Deadrise:	0,00 deg
Bulb section area:	8,9 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	3,320 m	Propeller diameter:	4000,0 mm
Bulb nose fwd TR:	3,540 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,125] 15,9 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,877] 17,360 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,282] 1,885 m		
Half entrance angle:	45,29 deg		
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0		
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0		

Report ID20160425-1654

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Resistance

25 abr 2016 04:54

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba C6.hcnc

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	0
Percent of hull drag:	2,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	2	Height fwd:	0,000 m
Max prop diam:	4000,0 mm	Projected area:	0,0 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,0 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	25,0 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,0 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Projected area:	0,0 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,0 m2	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,0 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,0 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,0 m2		
Wetted surface:	0,0 m2		

Environment data

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	0,0 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	0,0 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Cargo ship		
Transverse area:	0,0 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	0,0 m2		

Report ID20160425-1654

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Resistance

25 abr 2016 04:54

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba C6.hcnc**Symbols and values**

FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]
RN = Reynolds number [LWL]
CF = Frictional resistance coefficient
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]
CR = Residuary resistance coefficient
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness
CA = Correlation allowance [dynamic]
CT = Total bare-hull resistance coefficient

RBARE = Bare-hull resistance
RAPP = Additional appendage resistance
RWIND = Additional wind resistance
RSEAS = Additional sea-state resistance
RCHAN = Additional shallow/channel resistance
RMARGIN = Resistance margin
RTOTAL = Total vessel resistance

CTLR = Telfer residuary resistance coefficient
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient
PEBARE = Bare-hull effective power
PETOTAL = Total effective power

+ = Design speed indicator
* = Exceeds parameter limit

Resistance

4 abr 2016 06:47

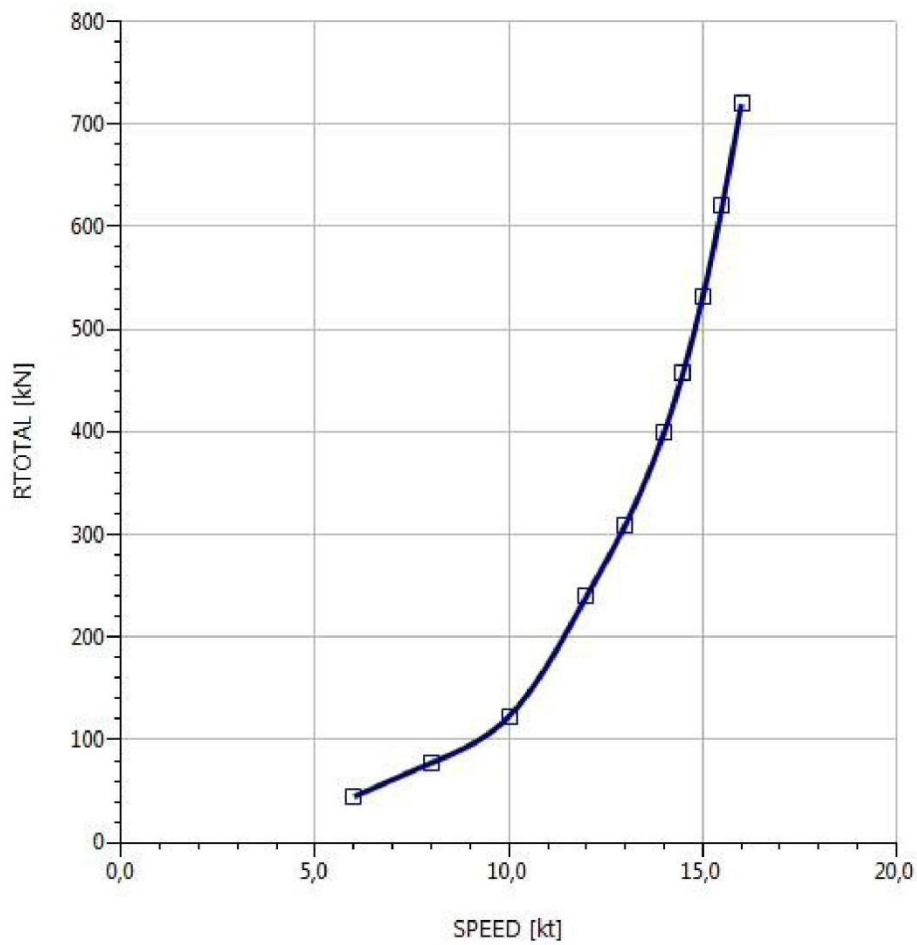
HydroComp NavCad 2012

Project ID **PSV 5000**

Description

File name **Prueba C6.hcnc****Analysis parameters**

Vessel drag		Added drag	
Technique:	ITTC-78 (CT)	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:	[Calc] Prediction	Wind:	[Off]
Reference ship:	Fung (CRTS)	Seas:	[Off]
Model LWL:		Shallow/channel:	[Off]
Expansion:	Standard	Margin:	[Calc] Hull drag only [15%]
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	[On] 1,423	Water type:	Salt
Speed corr:	[On]	Density:	1026,00 kg/m3
Spray drag corr:	[On] Apply full (no deflector)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off]		

Predicted resistance

Report ID20160404-1847

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Que, con un resultado de **503,7 kN**, ratifica nuestros resultado iniciales.

El método Holtrop continúa siendo más fiable que el método Fung (CRTS). El método Holtrop está solo marginalmente fuera de su ámbito de aplicación, y se ha aplicado la corrección sugerida del factor de formas. El método Fung está significativamente más alejado de su ámbito, y a pesar de contemplar buques con popas de espejo, se centra en un tipo de embarcaciones mucho más esbeltas que un PSV. En todo caso, dado lo parecido de ambos resultados, puede redondearse y escoger una cifra final de:

$$R_T = 500 \text{ kN}$$

A lo que corresponde, redondeando, una potencia total efectiva de **3728 kW**.

6.3 Elección de la planta propulsora:

Dada nuestra RPAs de implantar Posicionamiento Dinámico de clase 2, la elección de una planta diesel-eléctrica es algo que ya podía contemplarse desde los primeros momentos del proyecto.

El posicionamiento dinámico puede definirse en propias palabras como un sistema automático que permite al barco mantenerse en una posición dada, bien por coordenadas, bien respecto del fondo marino o de otro objeto. En esencia, un sistema de posicionamiento dinámico, independientemente del nivel de redundancia que deba atribuírsele, consta esencialmente de un sistema de adquisición de datos de posición y de las fuerzas del entorno que actúan sobre el buque, un ordenador que pueda procesar estos datos respecto a un modelo computerizado del barco y calcular la acción a la que se le somete y la reacción necesaria para compensarlo, y medios de propulsión que puedan ejercer estas reacciones a fuerzas externas. En términos de propulsión, esto se traduce por una carga de potencia muy variable en cualquier dirección de forma relativamente rápida.

La notación como D.P.2 implica redundancia doble en todos los elementos que componen el sistema, de forma que ningún único fallo singular afecte al sistema. Por tanto, habrá redundancia de actuadores,

sensores e instrumentación de control. En caso de una planta diesel eléctrica, habrá redundancia de las unidades propulsoras, de sus cuadros eléctricos asociados, de los generadores de la planta eléctrica y sus auxiliares, de las líneas eléctricas de conducción, de los puestos y servidores de control, y de todos los sensores (giroscopios, anemómetros, etc.) asociados a la toma de datos necesaria para el funcionamiento del sistema. No es necesario, sin embargo, una redundancia o separación en la cámara de máquinas.

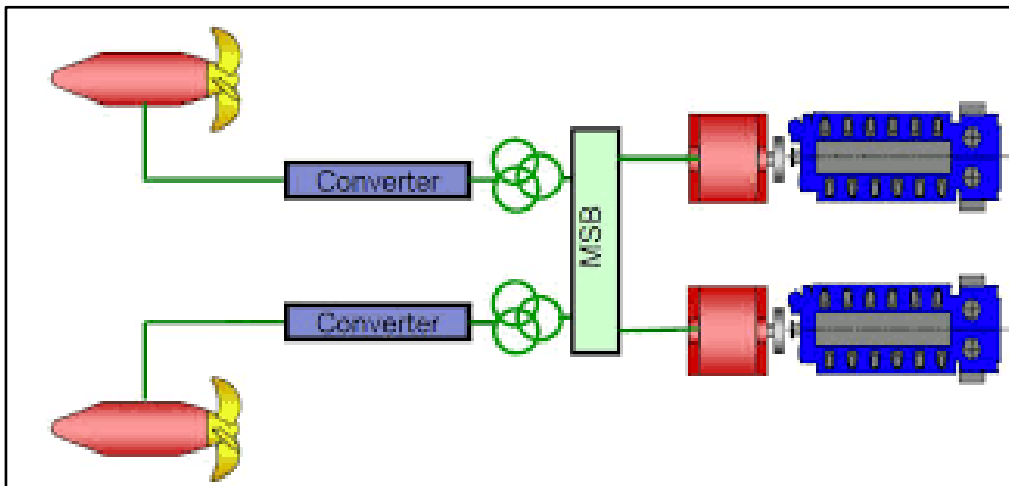
Un sistema diesel eléctrico es el que mejor vida útil, consumo y comportamiento presenta para estas exigencias. En resumen:

- Menor consumo de combustible al poder dimensionar y adaptar la carga de la planta generadora a sus valores óptimos. Esto es particularmente notable en buques con regímenes de carga variable, como el presente caso de un PSV con DP.
- Posibilidad de instalar una hélice de paso fijo más eficiente y sencilla, al poder variar las rpm actuando sobre el motor eléctrico. Combinado con el diseño modular de góndolas y acimutales en el mercado actual, se traduce en un mejor rendimiento mecánico e hidrodinámico con menor coste de explotación.
- Mayor fiabilidad y redundancia, ya que la potencia proviene de múltiples generadores diesel idénticos interconectados a barras, que pueden hallarse en diversos locales separados. El tiempo de respuesta a una emergencia o un blackout es notablemente reducido. Una avería singular es mucho menos significativa que en una planta diesel convencional.
- Maniobrabilidad mucho mayor gracias a la orientabilidad del módulo propulsor.
- En general menor peso de la planta y menos concentrado.
- Necesidades de espacio mucho menores a las de una planta diesel convencional. También existe mucha más libertad para elegir donde ubicarla al transmitir la energía de forma eléctrica.
- Menor ruido y vibración
- Capacidad para dar par alto a revoluciones bajas

- De todo lo expuesto en los puntos anteriores, puede deducirse una significativa reducción del coste del ciclo de vida.
- Mayor coste de adquisición inicial, con tendencia a la baja
- Necesidad de más equipos auxiliares: transformadores, convertidores de frecuencia, rectificadores...

Por tanto, la propulsión diesel eléctrica es la más adecuada para un buque auxiliar con posicionamiento dinámico, al ser la que mejor comportamiento tiene bajo estas circunstancias. Es también la más vista en los buques de reciente construcción, con un consumo de combustible mucho menor en condición de standby que si fuera una propulsión diesel mecánica tradicional. Sin embargo, existe una gran diversidad de patentes de unidades propulsoras eléctricas. A continuación haremos un análisis de varios diseños de elementos propulsores para poder realizar una elección de nuestra configuración con el suficiente criterio.

De la forma más esquemática y resumida posible, la configuración de los diversos elementos y potencias involucradas en la parte de propulsión pueden ser vistas en esta representación por parte del fabricante ABB:

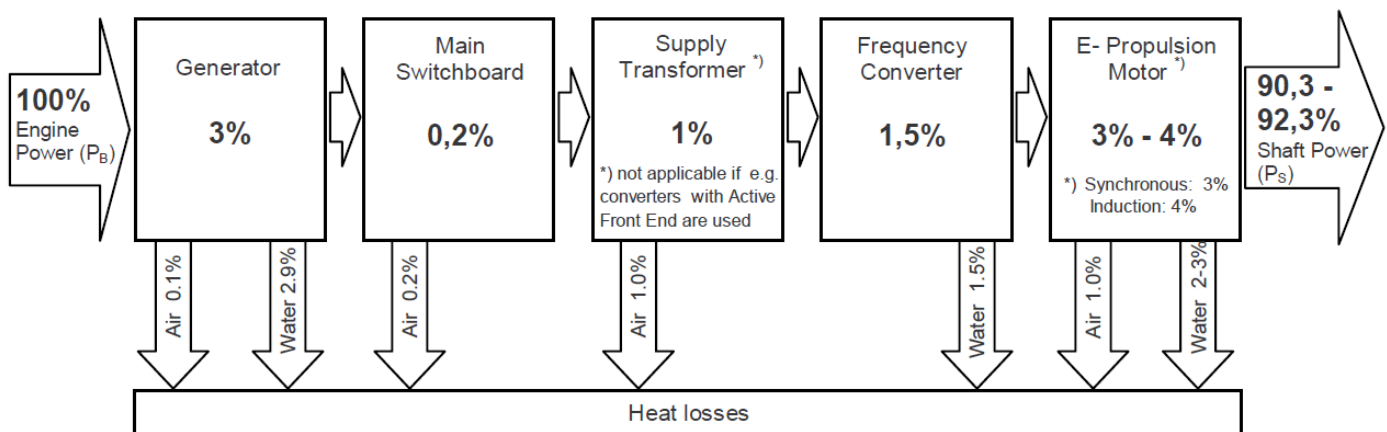


Esencialmente se tendrá:

- Un grupo diesel generador con su alternador, que comúnmente para el ámbito naval, y dependiendo de qué fabricante elijamos, pueden venir dimensionados y optimizados como conjunto en un único bloque.

- El circuito de potencia, que englobara los cuadros eléctricos, barras, elementos de seguridad, transformadores, variadores de frecuencia...
- Un motor eléctrico asociado a una hélice. Normalmente se aprovecha la conveniencia de carecer de un eje principal para colocar la hélice en una góndola orientable 360° fuera del casco.

Un esquema típico de las diferentes pérdidas y rendimientos en la planta lo ilustra el fabricante MAN:



Dado que nuestros generadores no solo han de dar abasto a los motores eléctricos principales, sino también a los propulsores auxiliares necesarios para cumplir D.P.2 y todo el resto de consumo eléctrico del buque, se considera apropiado abordar su dimensionamiento, así como el resto del sistema eléctrico, en el cuaderno posterior dedicado más adentrado en la espiral de proyecto. En este análisis nos ceñiremos al análisis de la maquinaria propulsora.

El motor eléctrico pueden ser de corriente continua, asíncrono, síncrono, síncrono permanentemente magnetizado. Existen también otras patentes basadas en los mismos principios de funcionamiento.

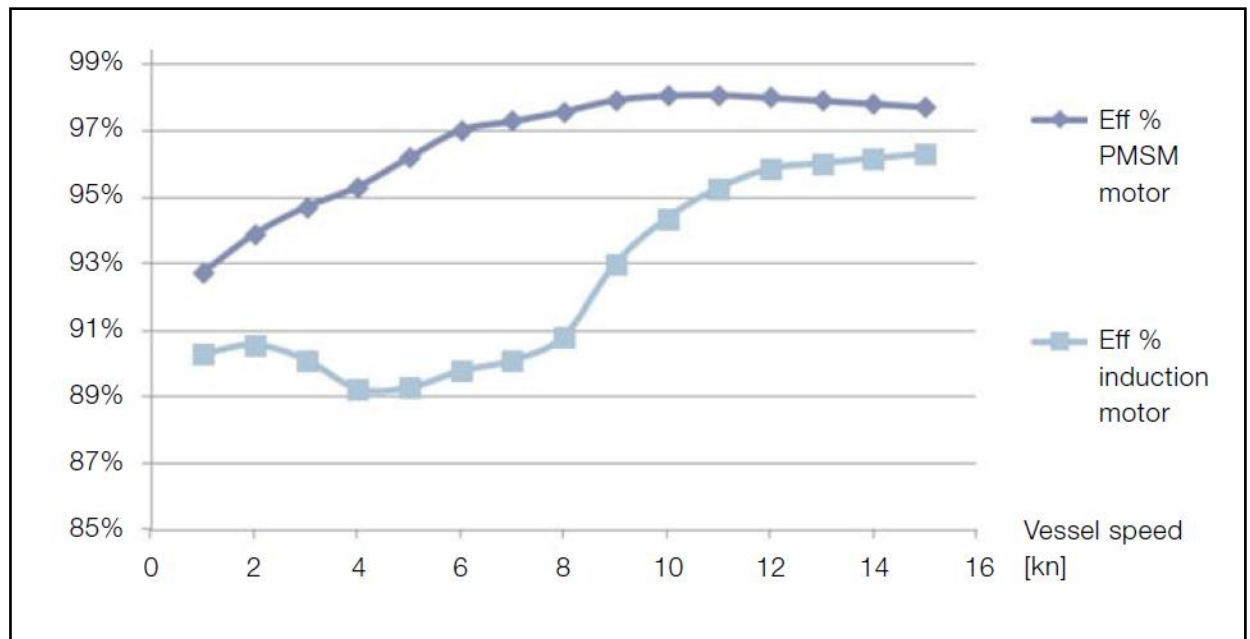
Motor de corriente continua: Requiere una alimentación de corriente continua. Teniendo en cuenta que la generación y los cuadros eléctricos de potencia suelen ser trifásicos es necesario instalar un rectificador de tiristores, que además proporciona un control de las revoluciones del motor.

Motor asíncrono de inducción: De uso muy extendido, puede ser operado tanto a régimen de revoluciones constantes como a variables, dotado de un convertidor de frecuencia estático. Ofrece una gran economía de coste inicial y de explotación. Funciona mediante la excitación de una cámara de aire entre el estator y el rotor. El rotor trata de seguir el campo eléctrico rotativo del estator con un ligero desfase, que se denomina slip. Cuentan con un $\cos \varphi \sim 0,85$ a $0,89$.

Motor síncrono: No resulta competitivo a no ser que se hable de potencias altas, mayores a los 5 MW. Suele usarse asociado a un convertidor de frecuencia

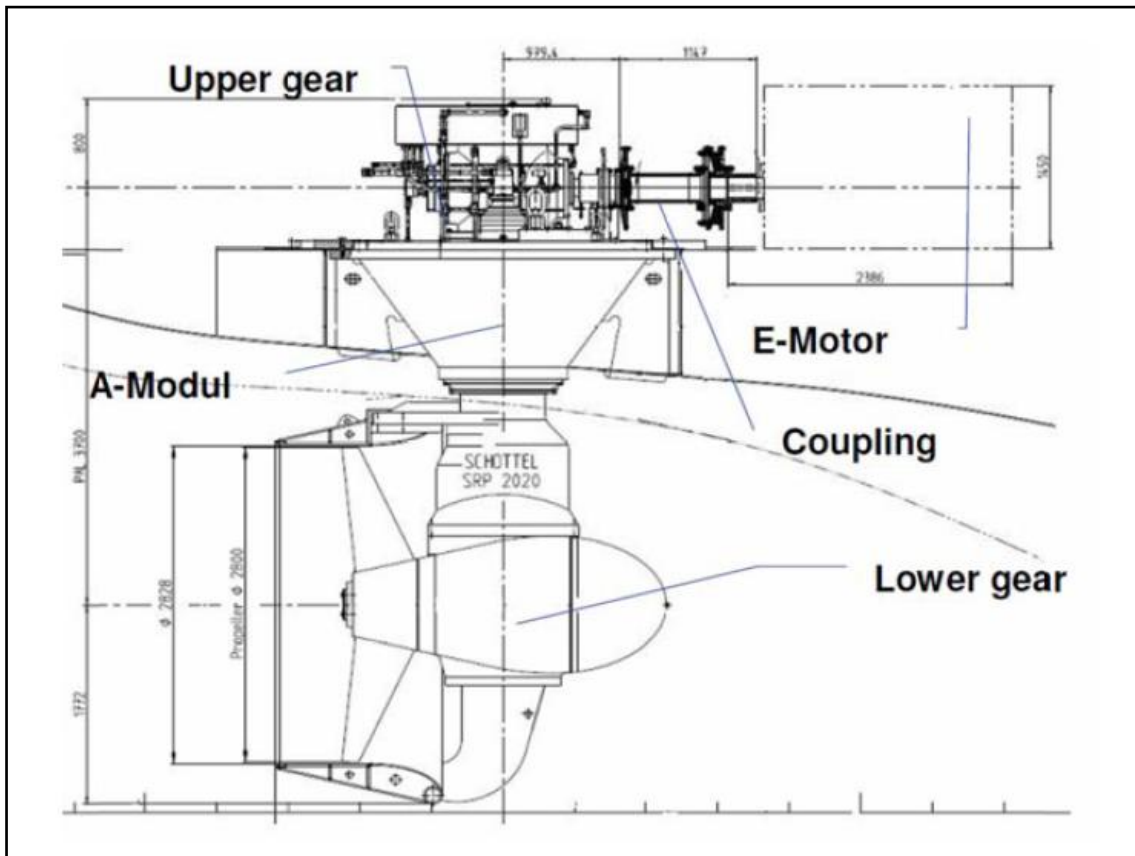
Motor sincrónico de imán permanente: Actualmente están surgiendo motores de alta potencia con este principio, particularmente para pods, y su tecnología está experimentando rápidos avances. Su característica más interesante es su alta eficiencia en un diseño compacto y sencillo. En su rotor se colocan unos imanes permanentes en V que suministran el campo magnético necesario, y apenas existe slip. Esto aumenta su rendimiento a cargas parciales. Cuentan con eficiencias alrededor del 97%.

En el siguiente grafico se ofrecen las curvas de eficiencia vs. velocidad de la nave para un motor de inducción y uno de imanes permanentes.



En cuanto al propulsor en sí, pueden diferenciarse entre dos filosofías distintas: los pods y los acimutales.

Comenzaremos por los del tipo acimutal. Su característica fundamental es que el motor se encuentra dentro de la cámara de maquinas, en la cercanía inmediata de la góndola, a la que suministra potencia mediante cortos ejes y transmisiones. El hecho de tener el motor dentro del buque presenta las ventajas de una mayor facilidad de inspección, aislamiento de vibraciones... Por el contrario, implica incurrir en perdidas por transmisión mecánica y en una mayor complejidad de instalación.

Z-drive:

En esta configuración típica tenemos un motor eléctrico cuyo eje es paralelo a la bancada, que comunica con una caja de engranajes para salir perpendicular hasta la góndola, donde con un engranaje cónico se comunica con otro eje perpendicular que es el que suministra potencia a la hélice. A esta combinación de tres ejes perpendiculares se le atribuye el apodo de Z. Dependiendo del cambio de nivel y el ángulo, la transmisión pueden ser con un eje flexible y elementos elásticos, o con una junta universal y acoplamiento elástico. La presencia de la caja de engranajes posibilita una mejor operación del grupo al poder operar el motor en sus revoluciones optimas pero girar la hélice a un régimen más cómodo.

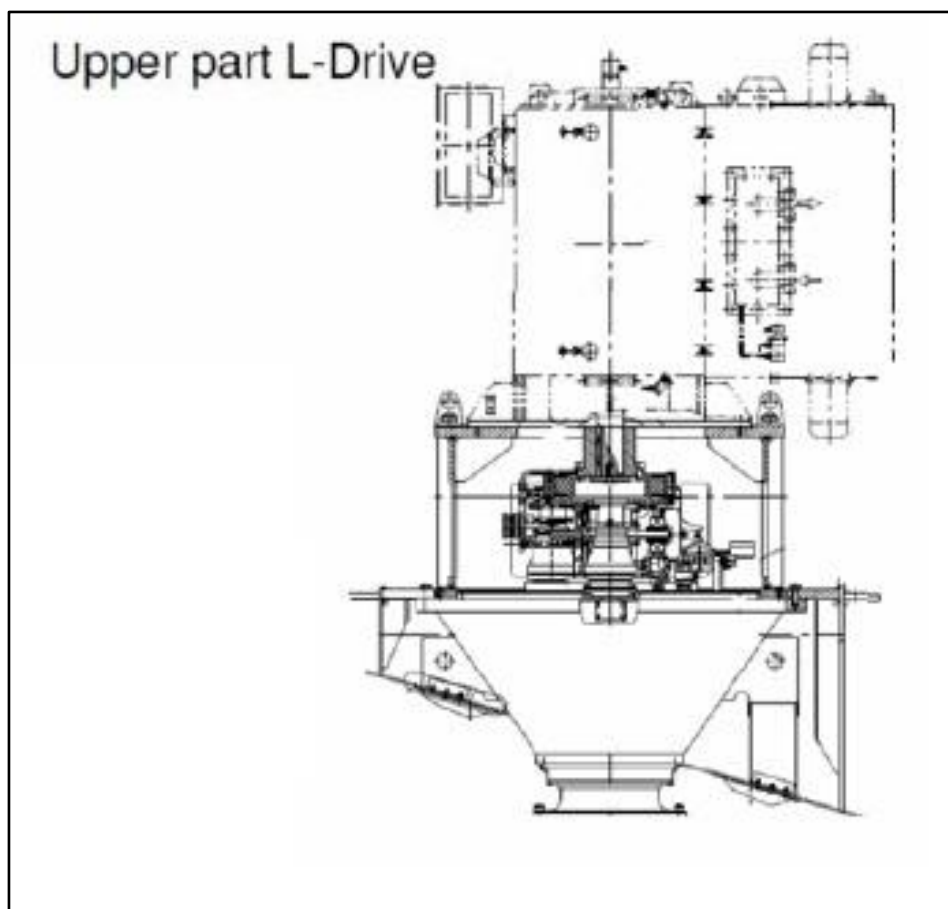
Ventajas, según presenta el fabricante Schottel:

- Uso extendido en el mercado durante décadas, se trata de un diseño ya estudiado y poco propenso a fallos.
- Elementos de sellado estandarizados, garantía contra derrames en caso de fallo.
- Flexibilidad al elegir el emplazamiento del motor.

Desventajas, según presenta el fabricante Schottel:

- Perdidas mecánicas del 5%.
- Alto requerimiento de espacio en comparación con otras soluciones.
- Alta complejidad mecánica. Mayor necesidad de respetos.
- Necesidad de alinear los ejes.
- Necesidad de una bancada para el motor
- Alta necesidad de aceite

L-drive:



Esta configuración es idéntica a la anterior salvo en el montaje vertical del motor eléctrico. Esto nos ahorra un eje y su correspondiente acople, una bancada adicional y nos priva de la caja de engranajes. Sin embargo, el montaje vertical del motor presenta un importante problema de colocación.

Ventajas, según presenta el fabricante Schottel:

- Uso extendido en el mercado durante décadas, se trata de un diseño ya estudiado y poco propenso a fallos.
- Elementos de sellado estandarizados, garantía contra derrames en caso de fallo.
- Escaso requerimiento horizontal de espacio
- Perdidas mecánicas reducidas: 3%
- No hay necesidad de una bancada adicional para el motor eléctrico.

Desventajas, según presenta el fabricante Schottel:

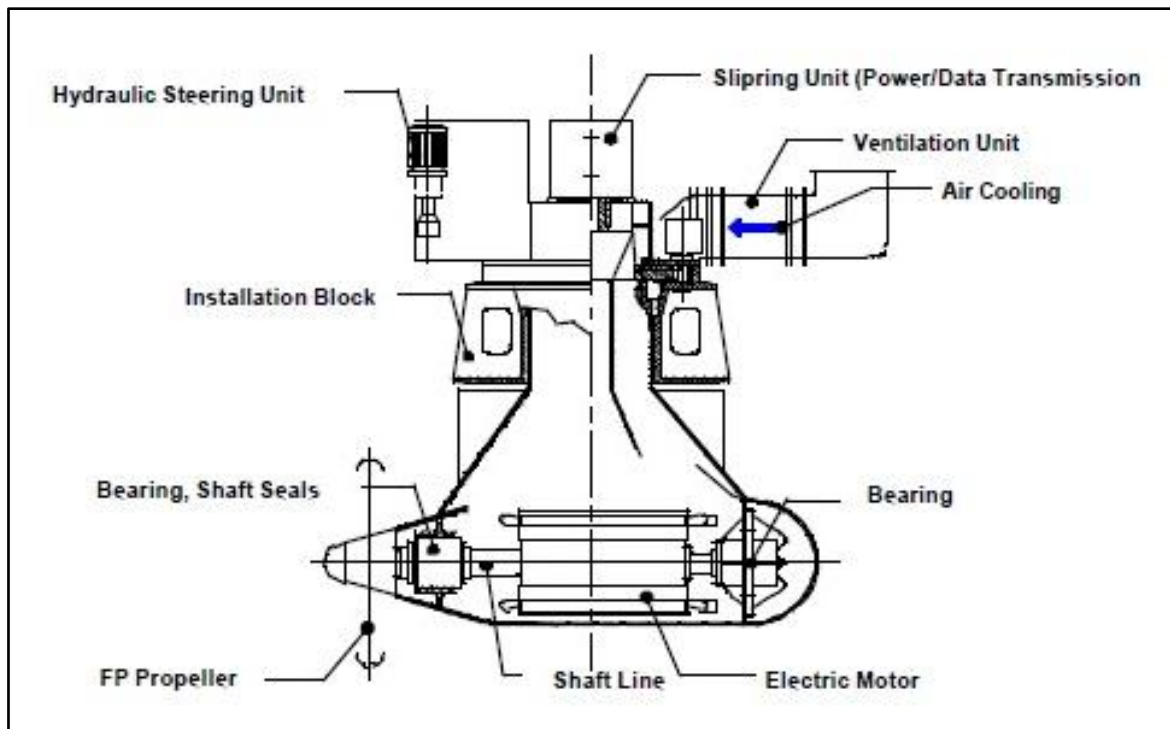
- Alta exigencia de espacio vertical
- Alto contenido en aceite
- Motor eléctrico de baja velocidad y mayor par, al no haber caja de engranajes.

El fabricante presenta la siguiente comparación:

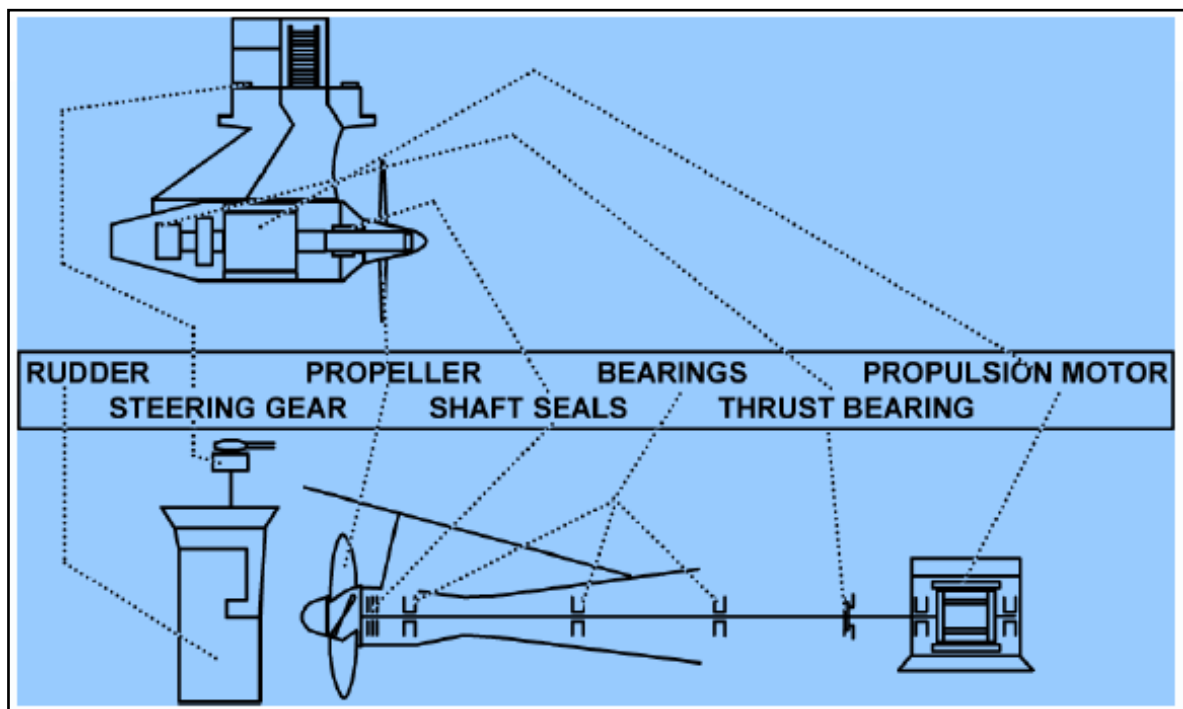
2000kW L-Drive	2000kW Z-Drive
$25.5kNM = \frac{2000kW \cdot 60 \frac{sec}{min}}{2\pi \cdot 750rpm}$	$15.9kNM = \frac{2000kW \cdot 60 \frac{sec}{min}}{2\pi \cdot 1200rpm}$

Donde se observa una diferencia de par de alrededor del 60%.

Por su parte, en los pods se instala el motor en el interior de la góndola, directamente acoplado a la hélice, conservando el giro de la góndola con el uso de cables eléctricos flexibles o un anillo colector.



Fuente: Schottel



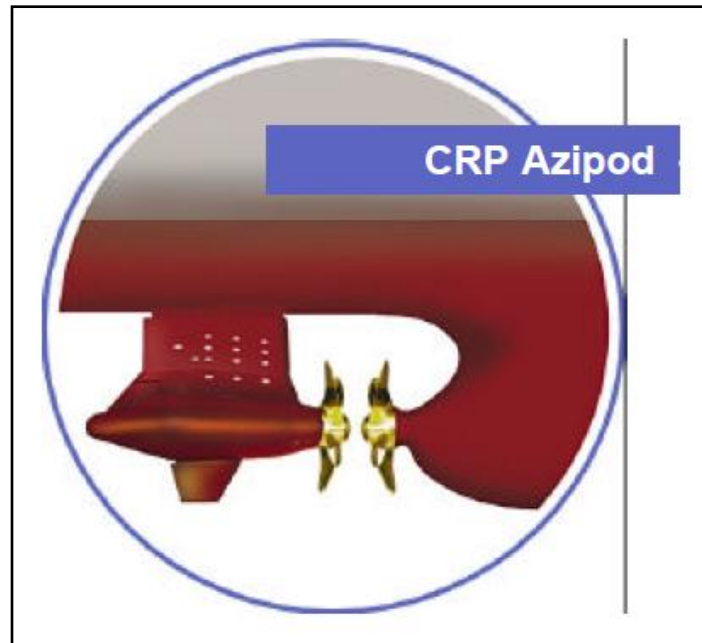
Fuente: Naval Research advisory comitee

Esta configuración es mecánicamente muy sencilla, con pérdidas mínimas entre el motor y la hélice. En el diseño puede contemplarse la posibilidad de ciar invirtiendo el giro sin voltear la góndola, siendo esta mucho más hidrodinámica y mecánicamente eficiente que en el caso de

las unidades acimutales. Están disponibles en rangos de 1 a 25 MW. Usualmente, las hélices instaladas son de paso fijo para una mayor simplicidad y eficiencia.

En esta configuración son muy extendidos los diversos modelos Azipod de ABB, u otros diseños mixtos como los Combidrive de Schottel.

También existe el Pod contra rotativo:



Un concepto relativamente nuevo y aún infrecuente de encontrar. Combina un eje con hélice con un pod. Dicho eje puede provenir de un motor eléctrico o diesel según convenga. Esta configuración, aún en desarrollo, ya ha demostrado un importante incremento en la eficiencia.

Considerando los diseños expuestos, se decide favorecer la opción de un pod con hélice de paso fijo. Esto nos proporcionara buenos rendimientos al carecer de ejes de transmisión mecánica, abaratar lo más posible el funcionamiento del DP, disminuir la necesidad de respetos, mucha mayor simplicidad de instalación, y la ventaja de disponer de mucha mayor libertad para disponer los espacios del buque...

Teniendo en cuenta el hecho de que en este caso no puede adquirirse una hélice comercial, sino que debemos seleccionar la unidad propulsora más adecuada entre los diversos catálogos de los fabricantes, y por lo tanto no podemos contar con datos de una hélice, se decide estimar de

forma conservadora un rendimiento propulsivo de la misma de 0,5. De esta forma podremos obtener una cifra orientativa de la potencia al freno necesaria para entrar en las curvas de funcionamiento ofrecidas por los catálogos. Este valor de rendimiento se revisará una vez obtenida una hélice, y se reiterará la predicción para comprobar la validez de la aproximación.

Teniendo en cuenta nuestra potencia efectiva de **3728 kW**, el rendimiento propulsivo de 0,5 y unas pérdidas en el pod del 0,98 al estar directamente montado el motor en el eje de la hélice, la potencia total al freno será:

$$\frac{3728 \text{ kW}}{0,5 \cdot 0,98} = 7608.16 \text{ kW}$$

Que debe repartirse entre nuestros dos propulsores, resultando **3804,08kW** por pod.

Tras consultar la oferta del fabricante ABB, nos decantamos por la serie CO (Compact, Open Water), ya pensada para su aplicación en PSVs. Ofrece poco peso, respuesta rápida, alta eficiencia a cargas parciales, un diseño compacto y un tamaño mucho más adecuado para este rango de potencias que el resto de modelos. Se trata de un pod con **motor eléctrico de imanes permanentes de bajo voltaje y una hélice de paso fijo**. El fabricante manifiesta como fundamento de su elección del motor de imanes permanentes su diseño compacto y refrigerado por el agua de mar circundante. No existe una necesidad de aceite lubricante. El motor permanece estanco gracias a una presión positiva gracias de aire comprimido desde el interior del buque. Se evitan derrames al mar con dos sellos lubricados con grasa y un último sello lubricado con agua marina.

Adicionalmente, con la adquisición del pod se incluye en un único sistema indivisible la hélice, el aparato de gobierno, los cuadros eléctricos de control y un convertidor de frecuencia. Estos elementos se discutirá según corresponda en apartados sucesivos.

3 Azipod® product platforms

The three available Azipod product platforms are briefly described below.

3.1 Azipod C series

This product platform was developed with the experiences gained from the classic family of larger Azipod products.

The Azipod CO variant (optimized for open water operation) is available in three different frame sizes for propeller power ratings of up to 4.5 MW.

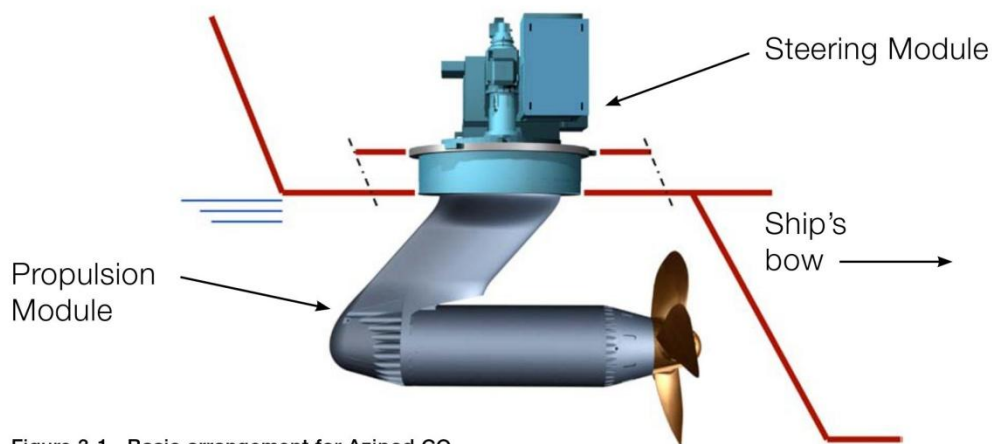


Figure 3-1 Basic arrangement for Azipod CO

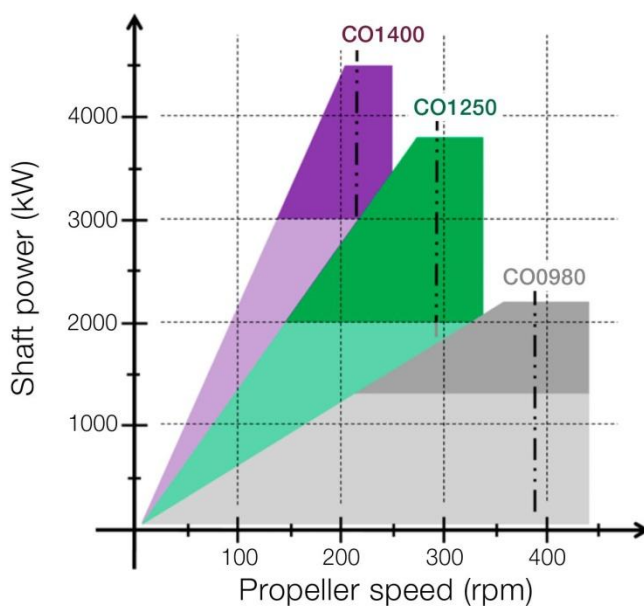


Figure 3-2 Azipod CO power output vs. propeller RPM

2.4 Main dimensions and weights

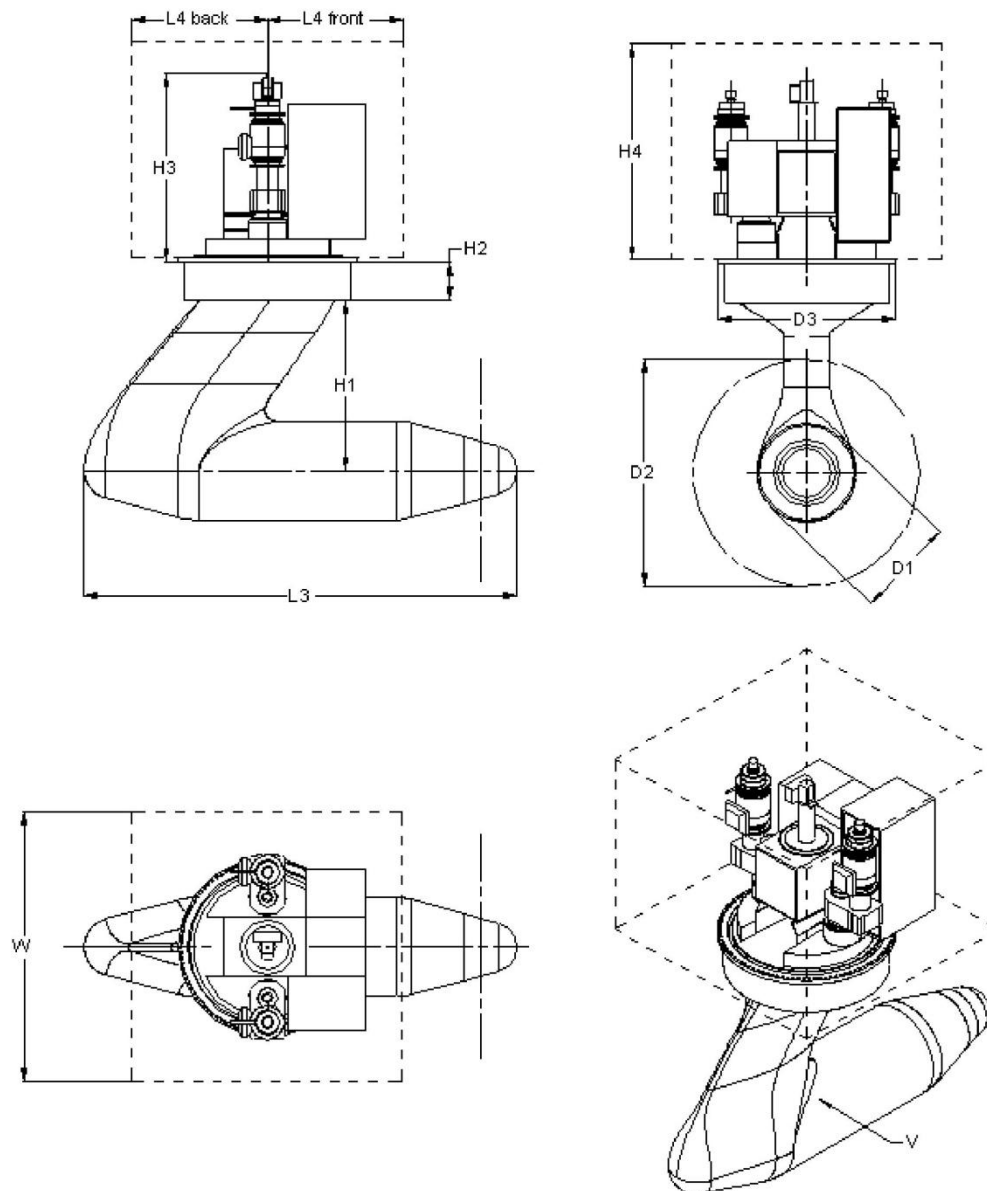


Figure 2-2 Dimensional codes for the Azipod CO

Figure	CO0980	CO1250	CO1400
D1 [mm] Outer diameter of the motor	1039	1310	1470
D2 [mm] Propeller diameter (min. – max.)	1900 – 2600	2400 – 3500	2700 – 4000
D3 [mm] Connection flange outer diameter	2300	2780	2780
L3 [mm] Length of the Propulsion Module	4800	5730	6200
H1 [mm] Height from motor shaft line to the ship bottom	1950	2710	3090
H2 [mm] Height of slewing bearing assembly to the connection flange lower surface	495	650	650
H3 [mm] Height from connection flange lower surface to the top of the steering module	1980	1980	1980
H4 [mm] Maintenance area	2300	2300	2300
L4 back [mm] Maintenance area	1400	1700	1700
L4 front [mm] Maintenance area	2100	2250	2250
W [mm] Maintenance area	4000	4000	4000
M1 [ton] Total weight of complete Azipod	27	49	60
M2 [ton] Weight of the Steering Module	7	11	11
M3 [ton] Mass of the Propulsion Module (including approximate max. weight of propeller)	20	38	49
V [m³] Displacement of the Propulsion Module (at assumed draft)	4	8,5	11
v [knots] Maximum water speed at the Azipod	18	19	21
R [mm] Azipod turning radius	2700	3050	3350
M4 [ton] Mass of the Steering Drive	2 x 0,5	2 x 0,5	2 x 0,5
n [degr/sec] Maximum available steering rate	12		

Figure 2-3 Technical figures of the Azipod CO

Estos datos e imágenes han sido extraídos de los catálogos publicados por ABB.

Azipod® CO - main specifications			
Model size	CO980	CO1250	CO1400
Propeller type	Pulling	Pulling	Pulling
Power [kW]	1300 - 2300	2100 - 3900	2200 - 4500
Rotation speed [RPM]	240 - 365	160 - 280	120 - 205
Motor current [A]	1400 - 2100	2200 - 4200	2300 - 4800
Weight [kg]	27000	47000	59000
Max ship speed [knots]	18	19	19/21*)

Viendo las especificaciones de los tres modelos ofertados, consideramos el más adecuado el **Azipod CO1250**, cuyo **máximo diámetro de hélice son 3500 mm**, y ya está dimensionado con una configuración de **4 palas**.

Teniendo en cuenta nuestro calado de la popa de espejo de 1,885m y la dimensión H1 de la distancia del eje al fondo de la nave de 2710mm ofrecida por el catalogo, la inmersión de la hélice será: **4600mm**.

Observando el rango de funcionamiento ofrecido por el fabricante, podremos decir que para 3800kW corresponden unas **250 rpm**.

Dada su característica de módulo propulsor externo al caso, no será necesario ubicar un gran motor o eje en una cámara de maquinas, solo el compacto servicio que permite girar a la góndola. Como la transmisión de potencia es eléctrica, esto estará situado en un espacio a popa alejado de la cámara de máquinas, la cual se ubicara cerca de la proa.

Como resumen, se presentarán los principales factores que implica esta decisión:

- Optimización e integración en el proyecto corren a cargo del fabricante, reducción del trabajo necesario en el proyecto.
- Diseño ya modulado y estudiado para aplicaciones de PSV con DP, es razonable esperar un alto nivel de eficiencia y fiabilidad, bajos costes de explotación.
- Soporte técnico ofrecido por el fabricante.

- No existe necesidad de grandes circuitos de refrigeración o lubricación.

- Alto coste inicial.

- Módulo de propulsión completo proporcionado por el fabricante: Una vez elegido el modelo, no es posible cambiar ciertos factores como el número de palas o las dimensiones del motor

6.4 Consideraciones sobre el propulsor:

Tal y como se ha expuesto anteriormente al discutir la elección del pod que dará la propulsión principal, y haber escogido el modelo **Azipod CO1250 de ABB**, la hélice es ya un elemento fijo integrado con la góndola. Esta característica es muy común en el mercado de la propulsión por pods, y una de sus grandes ventajas al permitir una integración altamente eficiente.

Esto conlleva que la elección y optimización de la hélice no corresponde únicamente al proyectista después de haber tomado la elección de usar pods en el buque. El fabricante también se ocupa de optimizar su hélice a medida que se avanza por la espiral de proyecto, y por tanto es muy difícil obtener datos sobre la misma sin haber contratado una instalación.

Según explica una empleada de ABB a la que se la ha consultado, la hélice es dimensionada usando 3 parámetros: eficiencia, vibración y ruido. El dimensionado con la mejor eficiencia se obtiene mediante el uso de la serie B de Wageningen. Sin embargo, la mejor eficiencia no conlleva un buen nivel de vibraciones, para esto se actúa sobre la distancia entre las palas de la hélice y el casco, así como aumentar el número de palas. Para corregir ruidos y su causa, la cavitación, se optimiza la hélice una vez analizada la estela con ayuda de herramientas computacionales que analicen el flujo potencial o usen ecuaciones RANS. Esta optimización será la última en aplicarse.

De todas formas, usaremos el análisis de propulsión de Navcad para darnos una idea preliminar de cómo sería esta con los datos que conocemos:

4 palas, inmersión del eje de 4600 mm, 250 rpm

Propeller sizing analysis

25 abr 2016 07:24

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba prop CO.hcnc

Sizing results

To size		Design condition	
Gear ratio:	[Size] 1,34476025220134	Max prop diam:	3500 mm
Expanded area ratio:	[Size] 0,6088	Design speed:	14,50 kt
Propeller diameter:	[Size] 3499,999999 mm	Reference thrust:	380,73 kN
Propeller mean pitch:	[Size] 2625,6 mm	Design point:	1,000
		Reference RPM:	280,0
		Design point:	1,000

Report ID20160425-1924

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

25 abr 2016 07:11

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba prop CO.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	3500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,422	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,00	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[On]		
Effective diam:	2,180		
Recess depth:	2,950		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,26	0,77	4,17	2,96
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE			
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]
6,00	190,8	0,4412	0,3735	1,0441	104	171,4	---	4,4
8,00	434,0	0,4364	0,3664	1,0378	136	383,4	---	9,8
10,00	842,0	0,4316	0,3594	1,0315	169	739,0	---	18,9
12,00	1588,6	0,4270	0,3523	1,0251	209	1423,4	---	36,5
13,00	2209,6	0,4247	0,3488	1,0220	234	2028,4	---	52,0
14,00	3149,3	0,4224	0,3453	1,0188	264	3003,2	---	77,0
+ 14,50 +	3728,7	0,4212	0,3435	1,0172	280	3623,3	---	92,9
15,00	4359,6	0,4201	0,3418	1,0156	296	4305,9	---	110,4
15,50	5099,7	0,4190	0,3400	1,0140	312	5127,1	---	131,5
16,00	6067,8	0,4178	0,3383	1,0125	332	6253,7	---	160,4
POWER DELIVERY								
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
6,00	77	21,73	168,0	171,4	342,9	342,9	731,6	
8,00	101	36,83	375,7	383,4	766,8	766,8	436,2	
10,00	126	56,66	724,2	739,0	1477,9	1477,9	282,9	
12,00	156	87,75	1395,0	1423,4	2846,9	2846,9	176,2	
13,00	174	111,52	1987,9	2028,4	4056,9	4056,9	134,0	
14,00	196	145,76	2943,1	3003,2	6006,3	6006,3	97,4	
+ 14,50 +	208	165,65	3550,8	3623,3	7246,6	7246,6	83,7	
15,00	220	186,24	4219,8	4305,9	8611,8	8611,8	72,8	
15,50	232	209,69	5024,6	5127,1	10254,2	10254,2	63,2	
16,00	247	240,19	6128,6	6253,7	12507,4	12507,4	53,5	
EFFICIENCY			THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
6,00	0,4852	0,5566	49,34	61,83				
8,00	0,4952	0,5661	83,23	105,46				
10,00	0,5001	0,5697	127,75	163,67				
12,00	0,4914	0,5580	198,66	257,33				
13,00	0,4805	0,5447	253,69	330,40				
14,00	0,4633	0,5243	333,95	437,27				
+ 14,50 +	0,4551	0,5145	380,73	499,86				
15,00	0,4481	0,5062	429,17	564,96				
15,50	0,4406	0,4973	484,53	639,55				
16,00	0,4302	0,4851	557,01	737,18				

Report ID20160425-1911

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

25 abr 2016 07:11

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba prop CO.hcnc

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
6,00	0,3837	0,1942	0,02445	1,3197	0,4329	3,3605	6,6338	1,04e7	
8,00	0,3933	0,1904	0,02407	1,2306	0,39554	3,1337	6,0982	1,36e7	
10,00	0,3981	0,1884	0,02388	1,1888	0,37837	3,0274	5,8694	1,70e7	
12,00	0,3897	0,1918	0,02421	1,2632	0,40908	3,2166	6,3849	2,10e7	
13,00	0,3792	0,1960	0,02462	1,3634	0,45162	3,472	7,0707	2,34e7	
14,00	0,3631	0,2024	0,02524	1,5353	0,52736	3,9095	8,2821	2,64e7	
+ 14,50 +	0,3554	0,2053	0,02553	1,6253	0,56841	4,1387	8,9407	2,80e7	
15,00	0,3491	0,2078	0,02577	1,7052	0,60563	4,3422	9,541	2,95e7	
15,50	0,3423	0,2104	0,02602	1,7959	0,64872	4,5732	10,236	3,12e7	
16,00	0,3330	0,2140	0,02637	1,93	0,71406	4,9146	11,284	3,31e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
6,00	95,61	14,07	2,82	14,12	0,143	8,42	2,0	2,0	2073,4
8,00	52,86	8,18	1,64	18,53	0,190	14,21	2,0	2,0	2087,8
10,00	33,27	5,27	1,06	23,07	0,252	21,81	2,0	2,0	2095,0
12,00	22,73	3,45	0,69	28,52	0,352	33,92	2,1	2,1	2082,4
13,00	19,21	2,76	0,55	31,88	0,430	43,31	3,2	3,2	2066,8
14,00	16,43	2,17	0,44	36,00	0,543	57,01 !!	5,6	5,6	2043,1
+ 14,50 +	15,26	1,93	0,39	38,16	0,609	65,00 !!	7,4	7,4	2032,1
15,00	14,20	1,73	0,35	40,27	0,677	73,27 !!	9,5	9,5	2022,9
15,50	13,25	1,55	0,31	42,52	0,755	82,72 !!	12,3	12,3	2013,2
16,00	12,39	1,37	0,28	45,21	0,857	95,09 !!	16,6	16,6	2000,0

Report ID20160425-1911

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

25 abr 2016 07:11

HydroComp NavCad 2012

Project ID **PSV 5000**

Description

File name **Prueba prop CO.hcnc****Hull data**

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	82,600 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,172] 19,800 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,964] 6,680 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,739] 8286,61 t	Chine beam:	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 5,538] 2229,3 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,523] 43,200 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 39,400 m	Chine beam:	0,000 m
Max section area:	[CX 0,960] 127,0 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,823] 1346,0 m2	Deadrise:	0,00 deg
Bulb section area:	8,9 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	3,320 m	Propeller diameter:	3500,0 mm
Bulb nose fwd TR:	3,540 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,125] 15,9 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,877] 17,360 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,282] 1,885 m		
Half entrance angle:	45,29 deg		
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0		
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0		

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	2	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	KTKQ corrections:	Standard
KTKQ file:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	4	KT multiplier:	1,00
Expanded area ratio:	0,6088 [Size]	KQ multiplier:	1,00
Propeller diameter:	3500,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7502] 2625,6 mm [Size]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	4600,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Nozzle L/D:	Standard
Engine data:	Untitled Engine Obje...	Design condition	
Rated RPM:	280 RPM	Max prop diam:	3500,0 mm
Rated power:	3900,0 kW	Design speed:	14,50 kt
Gear efficiency:	1,00	Reference power:	3900,0 kW
Gear ratio:	1,345 [Size]	Design point:	1,000
Shaft efficiency:	0,98	Reference RPM:	280,0
		Design point:	1,000

Report ID20160425-1911

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

25 abr 2016 07:11

HydroComp NavCad 2012

Project ID

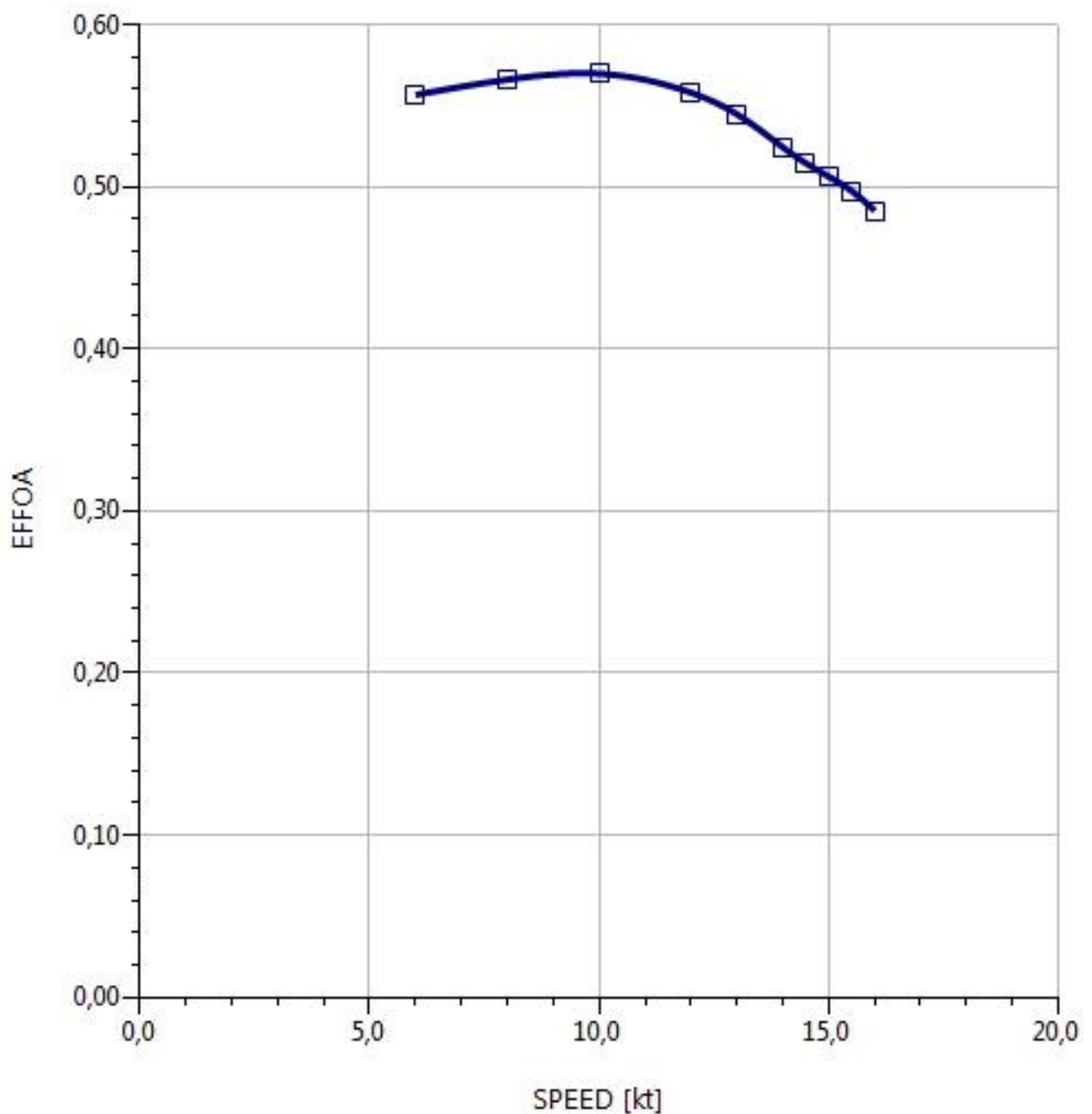
PSV 5000

Description

File name

Prueba prop CO.hcnc**Symbols and values**

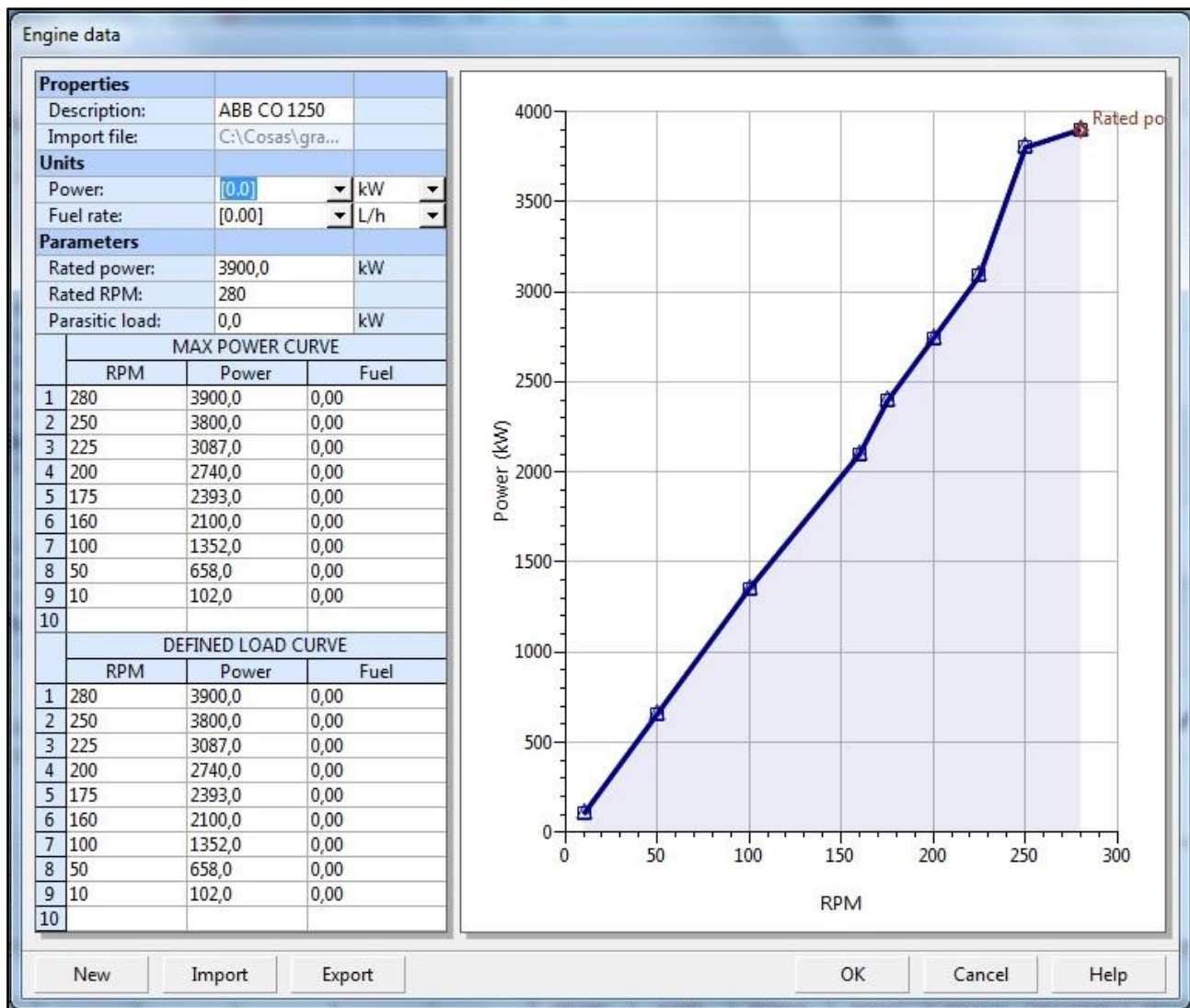
SPEED = Vessel speed
 FN = Froude number [LWL]
 FV = Froude number [VOL]
 PETOTAL = Total vessel effective power
 WFT = Taylor wake fraction coefficient
 THD = Thrust deduction coefficient
 EFR = Relative-rotative efficiency
 RPMENG = Engine RPM
 PBPROP = Brake power per propulsor
 QPROP = Propulsor open water torque
 PDPROP = Delivered power per propulsor
 PSPROP = Shaft power per propulsor
 PSTOTAL = Total vessel shaft power
 PBTOTAL = Total vessel brake power
 TRANSP = Transport factor
 FUEL = Fuel rate per engine
 LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM
 RPMPROP = Propulsor RPM
 EFO = Propulsor open-water efficiency
 EFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
 THRPROP = Open-water thrust per propulsor
 DELTHR = Total vessel delivered thrust
 NETTOW = Total vessel net tow pull
 CPPITCH = Operational pitch of CPP
 J = Propulsor advance coefficient
 KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
 KQ = Propulsor torque coefficient
 KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio
 KQJ3 = Propulsor torque loading ratio
 CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
 CP = Propulsor thrust loading coefficient
 RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R
 KTN = Nozzle thrust coefficient
 SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
 SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
 SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
 TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
 MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
 PRESS = Average propeller loading pressure
 CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
 CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
 PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation
 + = Design speed indicator
 * = Exceeds recommended parameter limit
 ! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
 !! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
 !!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
 --- = Insignificant or not applicable



Del que se observa un valor de rendimiento de la hélice del 0,5145, más beneficioso que el inicialmente supuesto. Puede observarse que se advierte inicialmente un cierto indicio de cavitación. Tal y como se ha mencionado antes, este es un problema que debe analizarse y corregirse más en detalle en cooperación con el fabricante

Una vez completado este paso, pasaremos a analizar el motor dimensionando la hélice de acuerdo a la potencia y viendo si concuerda con nuestras suposiciones preliminares.

Primero, introduciremos en Navcad la curva de funcionamiento del motor eléctrico, disponible en el catalogo. Una vez suministrados los datos, usaremos la opción “dimensionado por potencia” con el punto de máximo funcionamiento del motor.



Propeller sizing analysis

25 abr 2016 08:07

HydroComp NavCad 2012

Project ID PSV 5000

Description

File name Prueba motor.hcnc

Sizing results

To size		Design condition	
Gear ratio:	[Size] 1,31762633575602	Max prop diam:	3500 mm
Expanded area ratio:	[Size] 0,6388	Design speed:	14,50 kt
Propeller diameter:	[Size] 3499,999999 mm	Reference power:	3900,0 kW
Propeller mean pitch:	[Size] 2624,0 mm	Design point:	1,000
		Reference RPM:	280,0
		Design point:	1,000

Report ID20160425-2007

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

25 abr 2016 08:07

HydroComp NavCad 2012

Project ID **PSV 5000**

Description

File name **Prueba motor.hcnc****Analysis parameters**

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	3500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
		RPM constraint:	
		Limit [RPM/s]:	
		Water properties	
		Water type:	Salt
		Density:	1026,00 kg/m3
		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Viscous scale corr:	[On] Standard		
Rudder location:	Behind propeller		
Friction line:	ITTC-57		
Hull form factor:	1,422		
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off] 0,00		
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[On]		
Effective diam:	2,180		
Recess depth:	2,950		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,26	0,77	4,17	2,96
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

HULL-PROPULSOR					ENGINE			
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]
8,00	434,0	0,4364	0,3664	1,0378	133	384,3	---	9,9
10,00	842,0	0,4316	0,3594	1,0315	166	740,7	---	19,0
12,00	1588,6	0,4270	0,3523	1,0252	205	1426,8	---	36,6
13,00	2209,6	0,4247	0,3488	1,0220	229	2033,2	---	52,1
14,00	3149,3	0,4224	0,3453	1,0188	259	3010,2	---	77,2
14,45	3668,7	0,4214	0,3437	1,0174	273	3567,2	---	91,5
+ 14,50 +	3728,7	0,4212	0,3435	1,0172	274	3631,8	---	93,1
15,00	4359,6	0,4201	0,3418	1,0157	290	4316,1	---	110,7
15,50	5099,7	0,4190	0,3400	1,0141	306	5139,2	---	131,8
16,00	6067,8	0,4178	0,3383	1,0125	325	6268,5	---	160,7
POWER DELIVERY								
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
8,00	101	36,89	376,6	384,3	768,5	768,5	435,2	
10,00	126	56,75	725,9	740,7	1481,3	1481,3	282,2	
12,00	156	87,91	1398,2	1426,8	2853,5	2853,5	175,8	
13,00	174	111,73	1992,5	2033,2	4066,4	4066,4	133,7	
14,00	196	146,07	2950,0	3010,2	6020,5	6020,5	97,2	
14,45	207	164,00	3495,9	3567,2	7134,4	7134,4	84,7	
+ 14,50 +	208	166,01	3559,2	3631,8	7263,7	7263,7	83,5	
15,00	220	186,66	4229,8	4316,1	8632,2	8632,2	72,6	
15,50	232	210,18	5036,5	5139,2	10278,5	10278,5	63,0	
16,00	247	240,78	6143,1	6268,5	12537,0	12537,0	53,4	
EFFICIENCY		THRUST						
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
8,00	0,4940	0,5648	83,23	105,46				
10,00	0,4989	0,5684	127,75	163,67				
12,00	0,4903	0,5567	198,66	257,33				
13,00	0,4793	0,5434	253,69	330,40				
14,00	0,4622	0,5231	333,95	437,27				
14,45	0,4547	0,5142	376,00	493,52				
+ 14,50 +	0,4540	0,5133	380,73	499,86				
15,00	0,4470	0,5050	429,17	564,96				
15,50	0,4395	0,4962	484,53	639,55				
16,00	0,4291	0,4840	557,01	737,18				

Report ID20160425-2007

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

25 abr 2016 08:07

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba motor.hcnc

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
8,00	0,3931	0,1901	0,02408	1,2306	0,39647	3,1337	6,1124	1,43e7	
10,00	0,3979	0,1882	0,02388	1,1888	0,37926	3,0274	5,883	1,78e7	
12,00	0,3895	0,1916	0,02422	1,2632	0,41005	3,2166	6,3998	2,20e7	
13,00	0,3790	0,1958	0,02464	1,3634	0,45269	3,472	7,0873	2,46e7	
14,00	0,3630	0,2022	0,02527	1,5353	0,52862	3,9095	8,3016	2,77e7	
14,45	0,3561	0,2050	0,02554	1,6168	0,56588	4,1173	8,8992	2,92e7	
+ 14,50 +	0,3554	0,2053	0,02557	1,6253	0,56977	4,1387	8,9618	2,94e7	
15,00	0,3490	0,2078	0,02582	1,7052	0,60708	4,3422	9,5636	3,10e7	
15,50	0,3423	0,2104	0,02608	1,7959	0,65028	4,5732	10,26	3,27e7	
16,00	0,3330	0,2140	0,02643	1,93	0,71577	4,9146	11,311	3,48e7	
SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
8,00	52,86	8,17	1,64	18,54	0,190	13,54	2,0	2,0	2086,4
10,00	33,27	5,27	1,05	23,09	0,252	20,79	2,0	2,0	2093,5
12,00	22,73	3,45	0,69	28,53	0,352	32,33	2,0	2,0	2081,1
13,00	19,21	2,76	0,55	31,89	0,430	41,28	2,8	2,8	2065,7
14,00	16,43	2,17	0,44	36,01	0,543	54,34 !	4,9	4,9	2042,5
14,45	15,37	1,95	0,39	37,95	0,602	61,18 !!	6,3	6,3	2032,7
+ 14,50 +	15,26	1,93	0,39	38,17	0,609	61,95 !!	6,5	6,5	2031,7
15,00	14,20	1,73	0,35	40,28	0,677	69,83 !!	8,3	8,3	2022,7
15,50	13,25	1,55	0,31	42,52	0,755	78,84 !!	10,8	10,8	2013,1
16,00	12,39	1,37	0,28	45,21	0,857	90,63 !!	14,7	14,7	2000,1

Report ID20160425-2007

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019:S1002.539

Propulsion

25 abr 2016 08:07

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba motor.hcnc**Hull data**

General		Planing	
Configuration:	Monohull	<i>Proj chine length:</i>	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	<i>Proj bottom area:</i>	0,0 m2
Length on WL:	82,600 m	<i>LCG fwd TR:</i>	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,172] 19,800 m	<i>VCG below WL:</i>	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,964] 6,680 m	<i>Aft station (fwd TR):</i>	0,000 m
Displacement:	[CB 0,739] 8286,61 t	<i>Chine beam:</i>	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 5,538] 2229,3 m2	<i>Chine ht below WL:</i>	0,000 m
ITTC-78 (CT)		<i>Deadrise:</i>	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,523] 43,200 m	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 39,400 m	<i>Chine beam:</i>	0,000 m
Max section area:	[CX 0,960] 127,0 m2	<i>Chine ht below WL:</i>	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,823] 1346,0 m2	<i>Deadrise:</i>	0,00 deg
Bulb section area:	8,9 m2	<i>Propulsor type:</i>	Propeller
Bulb ctr below WL:	3,320 m	<i>Propeller diameter</i>	3500,0 mm
Bulb nose fwd TR:	3,540 m	<i>Shaft angle to WL:</i>	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,125] 15,9 m2	<i>Position fwd TR:</i>	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,877] 17,360 m	<i>Position below WL:</i>	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,282] 1,885 m		
Half entrance angle:	45,29 deg		
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0		
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0		

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	2	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Standard
KTKQ file:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	4	KT multiplier:	1,00
Expanded area ratio:	0,6388	KQ multiplier:	1,00
Propeller diameter:	3500,0 mm	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7497] 2624,0 mm	Roughness:	Standard
Hub immersion:	4600,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Nozzle L/D:	Standard
Engine data:	ABB CO 1250	Design condition	
Rated RPM:	280 RPM	Max prop diam:	3500,0 mm
Rated power:	3900,0 kW	Design speed:	14,50 kt
Gear efficiency:	1,00	Reference power:	3900,0 kW
Gear ratio:	1,318	Design point:	1,000
Shaft efficiency:	0,98	Reference RPM:	280,0
		Design point:	1,000

Report ID20160425-2007

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Propulsion

25 abr 2016 08:07

HydroComp NavCad 2012

Project ID

PSV 5000

Description

File name

Prueba motor.hcnc**Symbols and values**

SPEED = Vessel speed
 FN = Froude number [LWL]
 FV = Froude number [VOL]
 PETOTAL = Total vessel effective power
 WFT = Taylor wake fraction coefficient
 THD = Thrust deduction coefficient
 EFR = Relative-rotative efficiency
 RPMENG = Engine RPM
 PBPROP = Brake power per propulsor
 QPROP = Propulsor open water torque
 PDPROP = Delivered power per propulsor
 PSPROP = Shaft power per propulsor
 PSTOTAL = Total vessel shaft power
 PBTOTAL = Total vessel brake power
 TRANSP = Transport factor
 FUEL = Fuel rate per engine
 LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM
 RPMPROP = Propulsor RPM
 EFO = Propulsor open-water efficiency
 EFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
 THRPROP = Open-water thrust per propulsor
 DELTHR = Total vessel delivered thrust
 NETTOW = Total vessel net tow pull
 CPPITCH = Operational pitch of CPP
 J = Propulsor advance coefficient
 KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
 KQ = Propulsor torque coefficient
 KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio
 KQJ3 = Propulsor torque loading ratio
 CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
 CP = Propulsor thrust loading coefficient
 RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R
 KTN = Nozzle thrust coefficient
 SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
 SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
 SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
 TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
 MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
 PRESS = Average propeller loading pressure
 CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
 CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
 PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation
 + = Design speed indicator
 * = Exceeds recommended parameter limit
 ! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
 !! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
 !!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
 --- = Insignificant or not applicable

Donde observamos que, para nuestra velocidad de servicio elegida, corresponde una carga del **93%**, adecuada para un motor eléctrico.

6.5 Consideraciones sobre el equipo de gobierno:

De la misma forma que al escoger un pod como planta propulsora este incluye de forma integral la hélice, el modulo se completa con un aparato de gobierno que ya esta dimensionado y optimizado de fabrica. Este modulo incluye el cuadro eléctrico de todo el equipo, los métodos de transmisión de potencia al pod, las conexiones con el sistema de control, la entrada de aire comprimido, un panel de control local y todo el equipo eléctrico necesario para poder girar a una velocidad de 12°/seg.

Una configuración de dos propulsores orientables permite maniobras de baja velocidad separando rumbo y velocidad de forma totalmente independiente.

En el caso del modelo **Azipod CO1250** el gobierno es puramente eléctrico, sin ningún tipo de circuito hidráulico. El sistema hidráulico es mucho más típico y ofrece notables ventajas en la aplicación para pods. Sin embargo, para esta dimensión relativamente reducida el fabricante ha decidido diseñar una maquina eléctrica. Argumenta que para un rango de aplicaciones fuera de las exigencias de altos pares y picos de carga instantáneos típicos de navegación entre hielo, resulta preferible la simplicidad y ausencia de aceite de un sistema eléctrico. Adicionalmente, su modo standby no consume energía.

Este equipo está alimentado de forma redundante, de forma que en caso de fallo de uno de los convertidores de frecuencia o del embarrado de potencia, puede girarse la góndola aunque con un par menor.

Las normas de DNV relativas a todo equipo de gobierno perteneciente al D.P.2. establecen que debe estar diseñado para servicio continuo ininterrumpido.

Tras consultar directamente al fabricante, este proporciona los datos del equipo:

Vel. giro	12°/seg
Potencia máxima	40 kW-100 kW
Potencia típica necesaria	10 kW
Par de giro	230-269 Nm
Eficiencia	0,8-,85

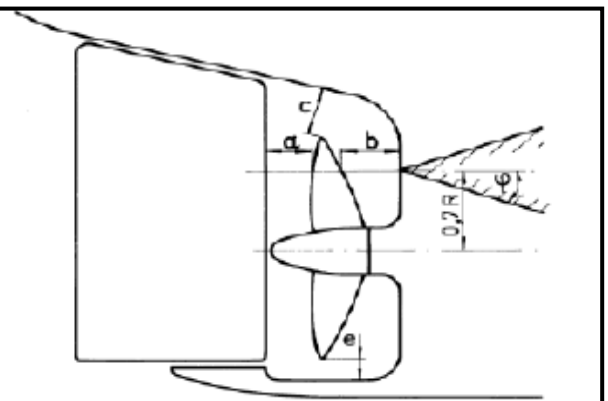
6.6 Consideraciones sobre el codaste:

En el alcance del presente trabajo de final de grado de propulsión, carecemos de las formas del buque más allá de lo que podamos suponer viendo buques similares. Sin embargo, el propio fabricante ABB ya recomienda su instalación en un fondo sin formas y establece la distancia a la que el pod está suspendido bajo el caso en su catalogo. Tampoco es necesario timón u otro tipo de accesorio.

El propio fabricante es el que se ocupa de estudiar la estela de la popa para optimizar el flujo de agua respecto a la hélice.

De todas formas, el reglamento de DNV establece que:

Table C1 Minimum clearances	
<i>For single screw ships:</i>	<i>For twin screw ships:</i>
$a \geq 0.2 R \text{ (m)}$	
$b \geq (0.7 - 0.04 Z_p) R \text{ (m)}$	
$c \geq (0.48 - 0.02 Z_p) R \text{ (m)}$	$c \geq (0.6 - 0.02 Z_p) R \text{ (m)}$
$e \geq 0.07 R \text{ (m)}$	

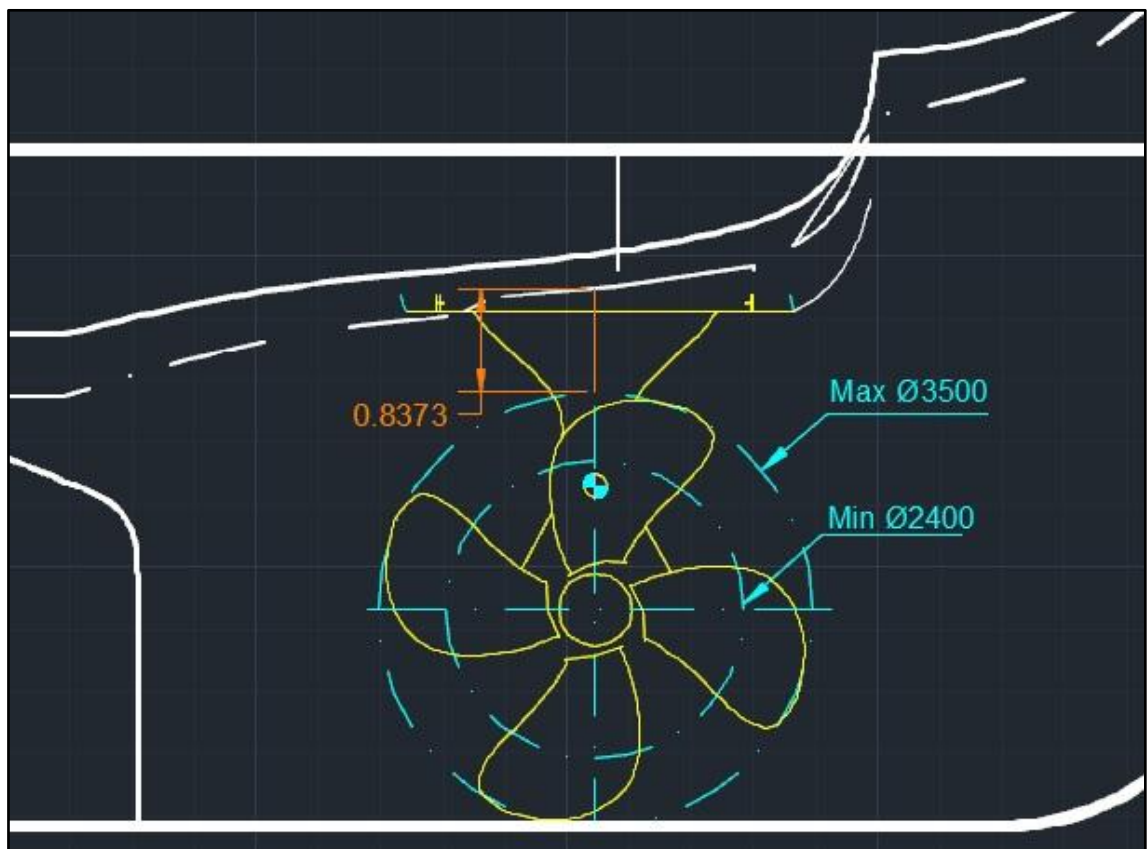
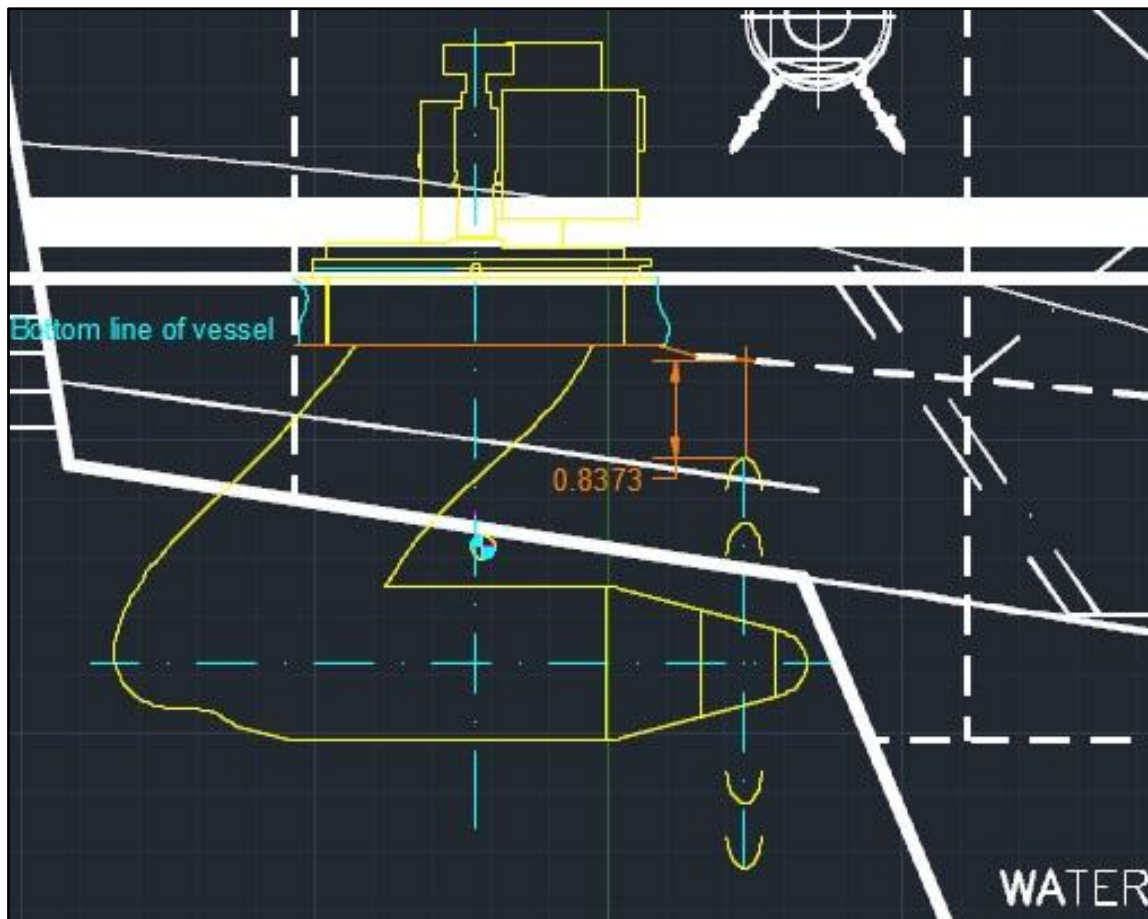


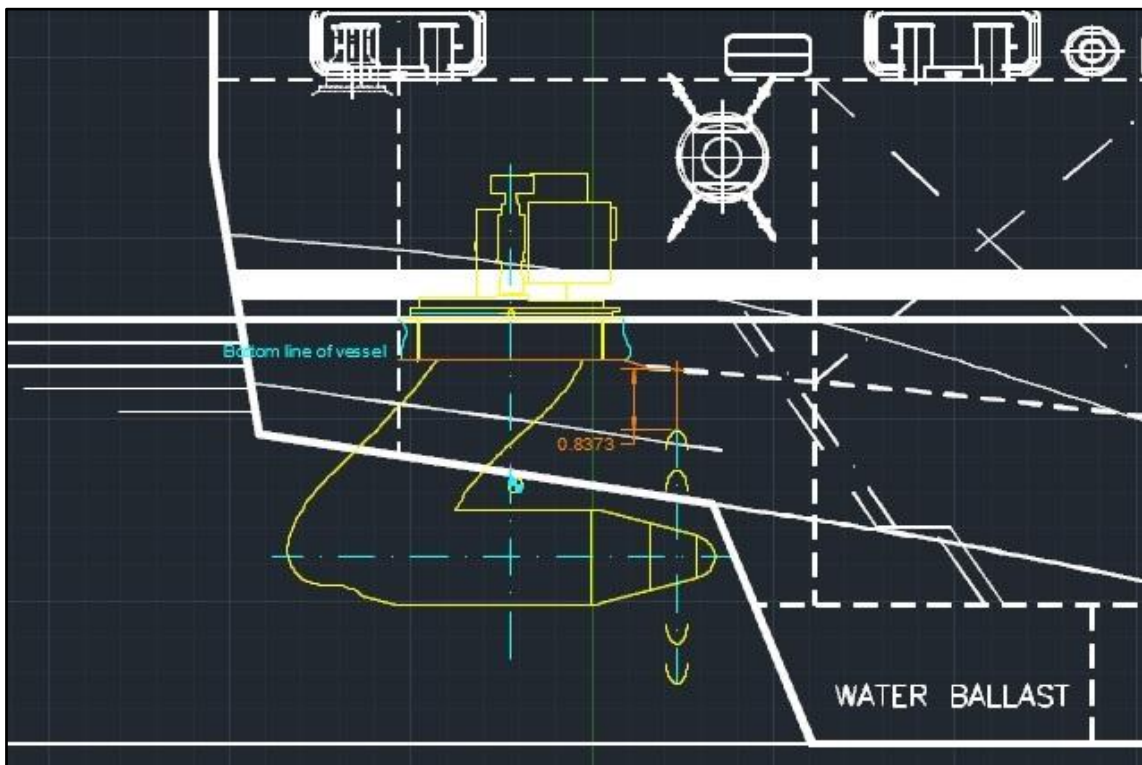
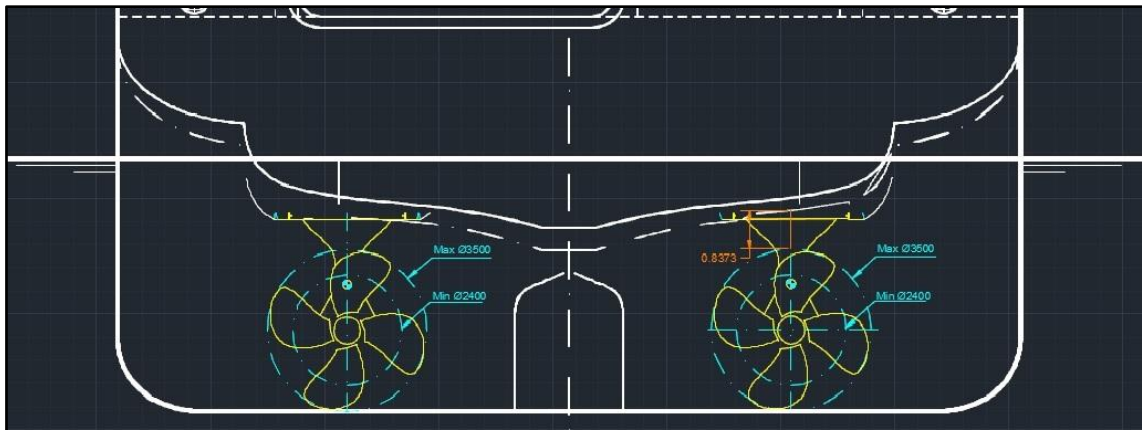
The diagram illustrates the stern of a twin-screw ship. It shows the hull, the propellers, and the pod. Dimensions are labeled: 'a' is the distance from the hull to the propeller tip; 'b' is the distance between the propellers; 'c' is the distance from the hull to the propeller tip (for twin screws); and 'e' is the distance from the hull to the pod. A note '0.2 R' is also present near the propeller tip.

En nuestro caso de buque con dos hélices, la única dimensión relevante es la “c”, la distancia entre la punta de la hélice y el casco.

Para 4 palas, y el radio máximo de la hélice del pod de 1,75 m; “c” resulta en una distancia mínima de 0,7 m.

Las distancias existentes tras instalar el pod en unas formas tomadas del casco del buque modelo, el Havila Commander, serán:





Donde vemos que “c” resulta ser de 0,8373 m, con lo que es legislativamente correcto.

6.7 Otros propulsores asociados al D.P:

Como ya se ha comentado en el cuaderno 1, tendremos dos hélices transversales a proa y una hélice retráctil para apoyar el servicio de Posicionamiento dinámico.

Tal y como menciona ABS en una de sus guías, el funcionamiento de una hélice transversal de proa no debería ser analizado con teorías de hélices navales, sino con bombas hidráulicas axiales:

Extracto de “Guide for Dinamic positioning systems” del 2013 de ABS:

“The available thrust generated by a transverse tunnel thruster is highly affected by the tunnel installation, location, and the geometry and configuration of the hull. The assessment of the tunnel thruster performance is to be based on axial flow pump hydrodynamics, not on marine propeller theories. Manufacturer’s test data of full scale or suitable model test for the efficiency of the tunnel thruster is to be used whenever possible. If such data is not available, Appendix 1 of this Guide can be used as guidelines for the assessment of the efficiency of the tunnel thrusters.”

En base a las configuraciones observadas en los buques que conforman la base de datos, se observa una gran tendencia entre los PSV de similar tonelaje a instalar dos hélices de proa transversales alrededor de los 1000 kW cada una y una unidad retráctil de 800 kW. En este caso se desestiman las formulas de cálculo más tradicionales de empujadores transversales ofrecidas en “Proyecto Básico del buque mercante” dado que no consideran una situación de Posicionamiento Dinámico.

Para las hélices de proa, seleccionamos del fabricante Rolls Royce su modelo de hélice entubada de imanes permanentes TT-PM 1600, del que se resumen las características:

Diámetro hélice	1600 mm
Diámetro túnel	2180 mm
Peso hélice	7,25 t
Peso armazón	1,957 t
Potencia máxima	1000 kW
Empuje máximo	146 kN
Tipo de hélice	Mono paso fijo

Esta hélice ya ha sido proyectada para hacer frente a las necesidades de DP, con una rápida respuesta a plena potencia, alta fiabilidad, empuje

equivalente en ambas direcciones y aislada de vibraciones con 8 monturas de goma.

ABS presenta un método simplificado a los datos que disponemos para hallar el empuje:

$$T = \sqrt[3]{\rho \cdot \pi \cdot (K \cdot P \cdot \eta_P \cdot \frac{DT}{TL})^2}$$

$T = \text{empuje en } N$

$\rho = \text{densidad agua, } 1025 \text{ kg/m}^3$

$K = 1000$

$P = \text{potencia del motor en kW}$

$\eta_P = \text{rendimiento de la hélice, la guía indica } 0,8$

$DT = \text{Diametro del tunel, en m}$

$TL = \text{Longitud del tunel}$

$$T = \sqrt[3]{1025 \cdot \pi \cdot (1000 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot \frac{2180}{1600})^2} = 156,4 \text{ kN}$$

Que es un resultado superior, pero similar al que proporciona el fabricante. En cualquier caso, de acuerdo con la guía, nos ceñiremos a los datos del fabricante, más fiables y conservadores.

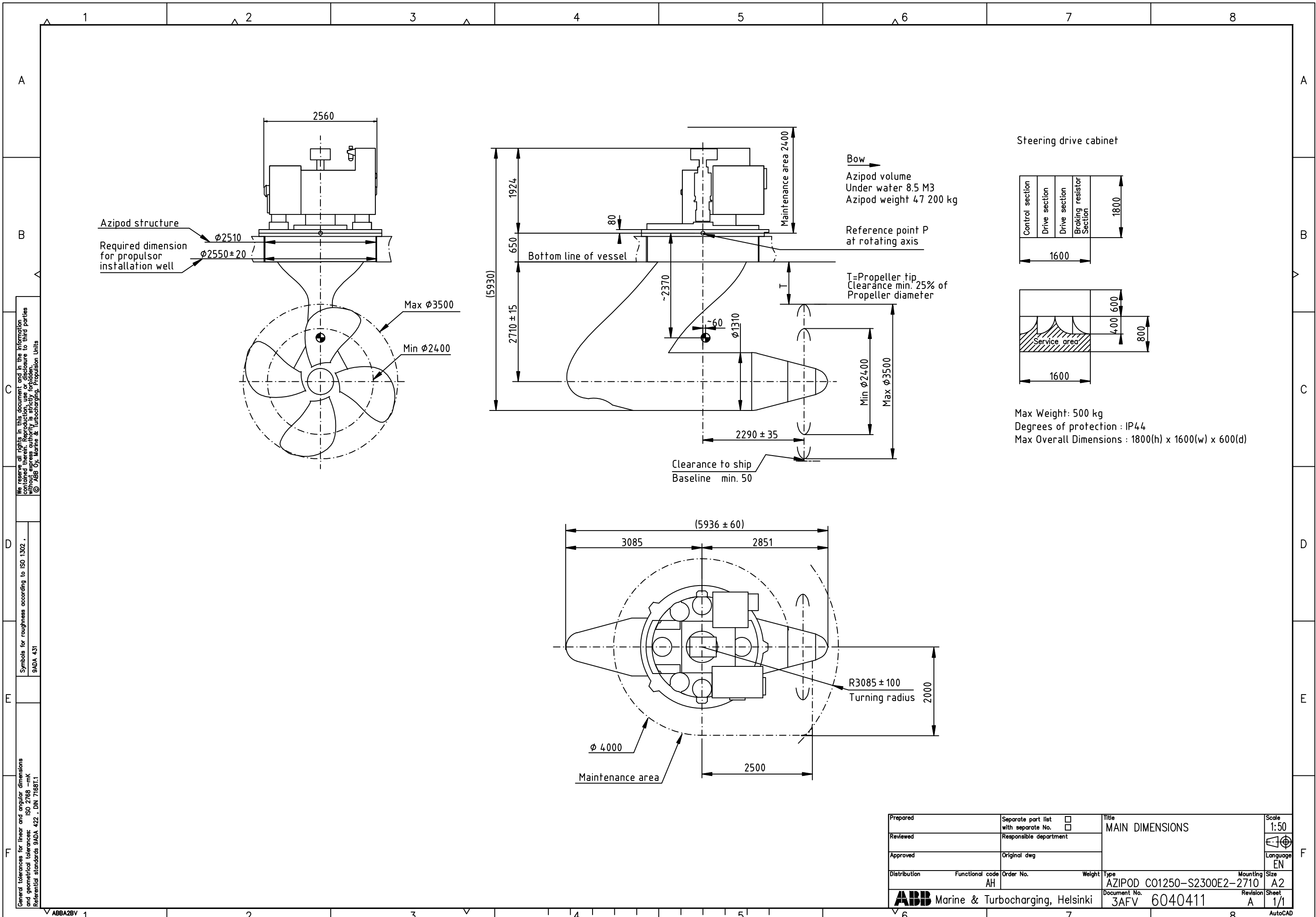
Como hélice retráctil se escoge, del mismo fabricante Rolls Royce, su modelo **ULE 1201** de accionamiento vertical.

Potencia máxima	880 kW
RPM accionamiento	1000
Peso	21 t
Tipo propulsor	Paso fijo

Al final de este cuaderno se presentan los catálogos de los que se ha extraído esta información.

Bibliografía:

1. **Roland Schwandt:** *Azimuthing Thrusters for Green Full Electric Vessels*. Schottel
2. **Alf Kåre Ådnanes:** *Maritime Electrical Installations and Diesel Electric Propulsion*. ABB 2003
3. **MAN:** *Diesel electric Propulsion plants*
4. **Bobby A. Bassham:** *An Evaluation of Electric Motors for Ship Propulsion*, Naval Postgraduate School. California university thesis 2003
5. **ABB:** *Electric propulsion, power and automation systems for advanced OSV's*. 2010
6. **ABB:** *System project guide for passenger vessels*. 2011
7. **Ricardo Alvariño, Juan José Azpiroz, Manuel Meizoso:** *El proyecto básico del buque mercante* 2007
8. **Carles Llorenç. Conti Mayans, Vicente Díaz Casas:** *PSV VESSEL Supply. Apoyo y reparación en plataformas 5.500 TPM* TFG 2014.
9. **Manuel Rodrigo Lopez Prado, Marcos Míguez Gonzalez:** *Buque de suministro a plataformas mar adentro: PSV 4000 TPM*. TFC 2011.
10. **Ricardo Alvariño, Juan José Azpiroz, Manuel Meizoso:** *El proyecto básico del buque mercante* 2007
11. **DNV:** *Rules for classification of Ships* 2011-2013
12. **ABS:** *Guide for dynamic positioning system* November 2003
13. **ABB:** *Azipod CO Product Introduction* November 2010
14. **ABB:** *Product Platform Selesction Guide* August 2010
15. Diversos catálogos de fabricantes de propulsores eléctricos



ANEXO I: DWG del Azipod CO

ANEXO II: Catálogos

Contact us

ABB Oy Marine

Merenkulkijankatu 1
P.O. Box 185
FI-00981 Helsinki
Finland
Phone: +358 10 2211
Fax: +358 10 222 2350

ABB AS Marine

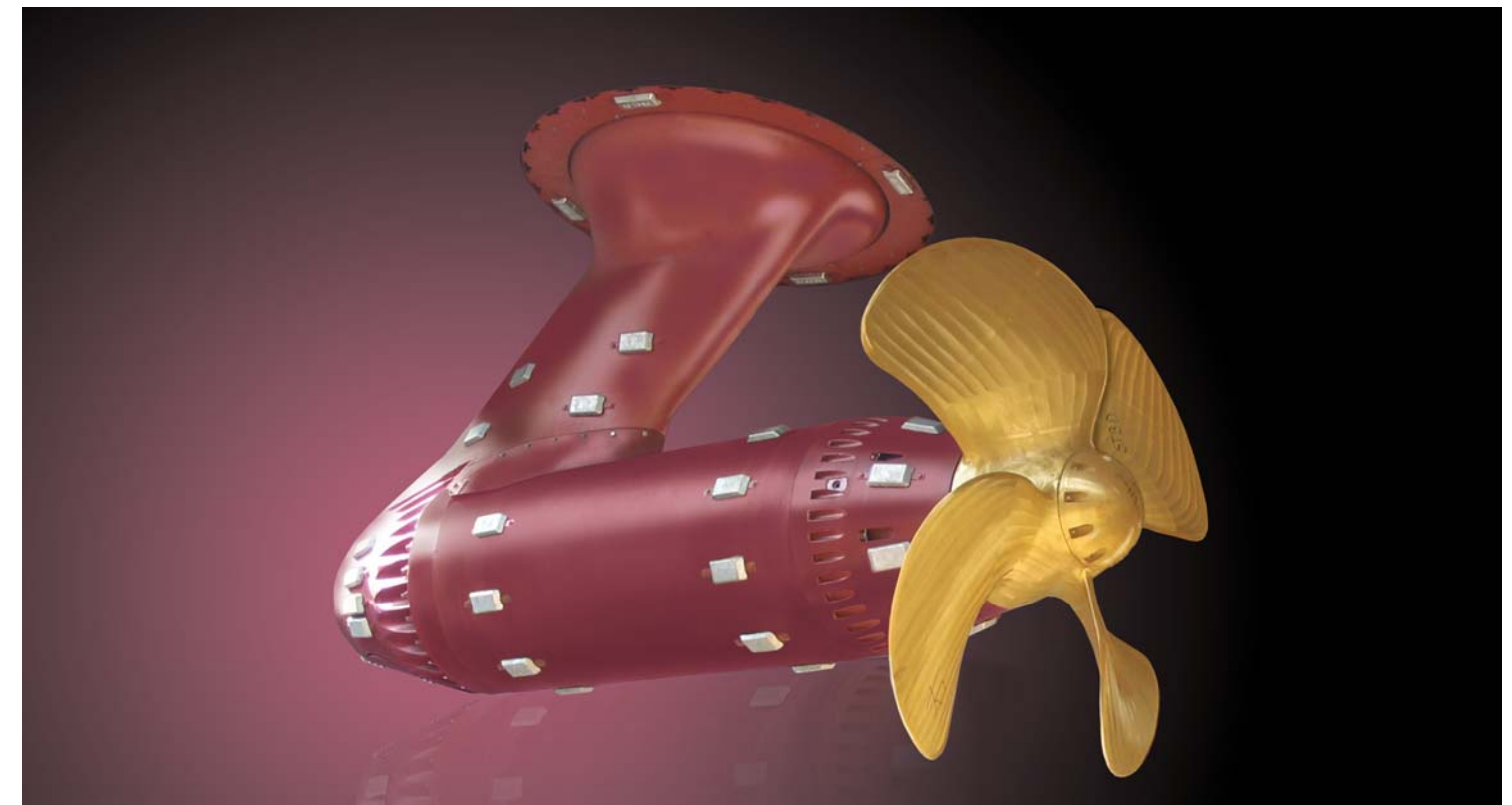
Bergerveien 12
P.O. Box 94
NO-1375 Billingstad
Norway
Phone: +47 03 500
Fax: +47 22 35 36 80

**ABB (China) Limited
Marine, Shanghai Branch**
8th Floor, Raffles City
268 Xizang Zhong Lu
Shanghai, 2000001
P.R. China
Phone: +86 21 2328 8888
Fax: +86 21 2328 8260

www.abb.com/marine

Azipod® is a registered trademark
of ABB Oy.

© Copyright 2010 ABB. Sundheim-Madison Business Communication. February 2010



Azipod® Propulsion

Azipod® CO
Compact podded propulsion
in the 1.3 - 4.5 MW power range

Power and productivity
for a better world™



Power and productivity
for a better world™



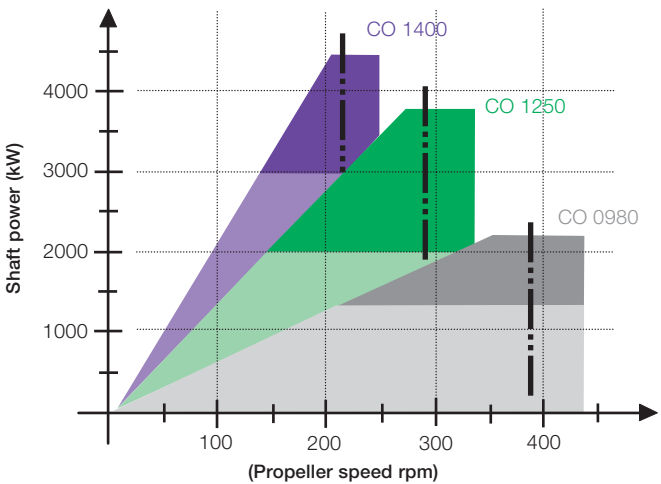
Azipod® CO - bringing the benefits of podded propulsion to a whole new range of vessel types

Azipod® CO is an azimuthing propulsion system providing high overall propulsion efficiency and fuel savings for modern, environmentally-friendly ships. With a power range from 1.3 to 4.5 MW, Azipod® CO is an attractive propulsion solution for a wide range of vessel types.

Based on ABB's successful Azipod® propulsion technology, Azipod® CO is the smallest member of the Azipod® family and covers the power range up to 4.5 MW, from where the larger Azipod® XO starts. The compact Azipod®C series includes two design versions; the CO propulsion version for open water ship applications and the CZ version, which is a thruster unit with nozzle for offshore drilling applications (see separate Azipod® CZ brochure for more information).

An all-in-one steering and propulsion system
Azipod® CO is an all-in-one steering and propulsion unit that stands out from other propulsion solutions due to its built-in high-efficiency electric propulsion motor. With the propeller mounted directly to the motor shaft, all mechanical transmissions are eliminated. The result is a highly simplified structural design with few moving parts and minimal mechanical stress and wear. Propulsion speed and steering are controlled by frequency converters and the Azipod® CO is connected by cabling only.

Model sizes in the Azipod® CO series



Azipod® CO is available in three model sizes with maximum rated propeller power up to 2.2 MW, 3.8 MW and 4.5 MW.

Flexible ship design

Azipod® CO gives great freedom in ship design and creates opportunities to develop new green ship concepts through:

- Cleaner hull design and improved hydrodynamics
- Flexible machinery arrangement and placement
- Increased payload, typically 5 to 10%
- Safety through machinery redundancy
- Environmental diesel-electric or gas-electric operations

Simplified ship construction

The Azipod® CO is delivered to the yard in two complete ready-to-mount modules; the Steering module, which is installed inside the ship, and the Propulsion module, which is mounted from under the hull. The remaining work involves only electrical connection. Cooled by surrounding seawater, Azipod® CO needs no cooling system, and the absence of mechanical gearing means a minimum amount of oil is required. This plug-and-play concept allows fast, simple mounting and ensures a high quality installation.

High fuel efficiency - low emission

The Azipod® CO unit is a pulling propeller system designed for maximum hydrodynamic efficiency. The pulling propeller works in an optimum environment where the water inflow is homogenous and undisturbed. Driven by an advanced permanent magnet motor and with no mechanical transmission losses between motor and propeller, the overall propulsion efficiency is very high.

Outstanding maneuverability

Outstanding maneuverability is a hallmark of Azipod®, providing major benefits for ships frequenting areas with heavy traffic and restricted passage. With 360° azimuthing capabilities, the highly responsive Azipod® CO provides a tight turning radius, short crash-stop distance and thrust in all directions at any speed.

Low noise and vibration

Crew welfare and passenger comfort are increasingly important priorities in ship operations. By eliminating cavitation due to good water flow to the propeller and by locating the propulsion motors in a submerged pod, onboard noise and vibration are practically eliminated.



The upper photo shows the train ferry *Zhong Tie Bo Hai 2*, equipped with 2 x 4.1 MW Azipod® CO propulsion. The lower photo shows the multi-functional offshore vessel *Boa Rover*, equipped with 2 x 2.3 MW Azipod® CO propulsion.

Azipod® CO brings unique advantages to ship types such as offshore vessels, ferries, mega yachts, research vessels, small- and medium-size tankers and other coastal vessels.

Azipod® CO technical concept

-standardized, modular and energy efficient

A highly developed module-based design makes Azipod® CO easy to install, use and maintain. This simplicity ensures high quality throughout the entire product lifespan and provides low lifecycle costs.

Design principles

Azipod® CO consists of two main modules, the Steering module and the Propulsion module, which are both delivered pre-tested and ready for installation. The Propulsion module incorporates a low-voltage permanent magnet synchronous motor, and utilization of permanent magnet technology is a core element of the Azipod® CO design. These advanced motors offer higher efficiency and smaller dimensions than traditional electric motors. In addition, they do not require a cooling system as they are cooled only by the surrounding seawater. These characteristics enable a slim and hydro-dynamically optimized pod design.

With the fixed-pitch propeller attached directly to the motor shaft, all gears and mechanical transmission losses are eliminated - as well as thousands of liters of lube oil. This gives clear energy- and environmental benefits as compared to traditional mechanical thrusters. To prevent seawater from seeping into the Propulsion module, the motor has positive air pressure against the sea. Emissions to the sea are prevented by a multi-step shaft seal system with two grease-lubricated inner seals and a water-lubricated outer seal.

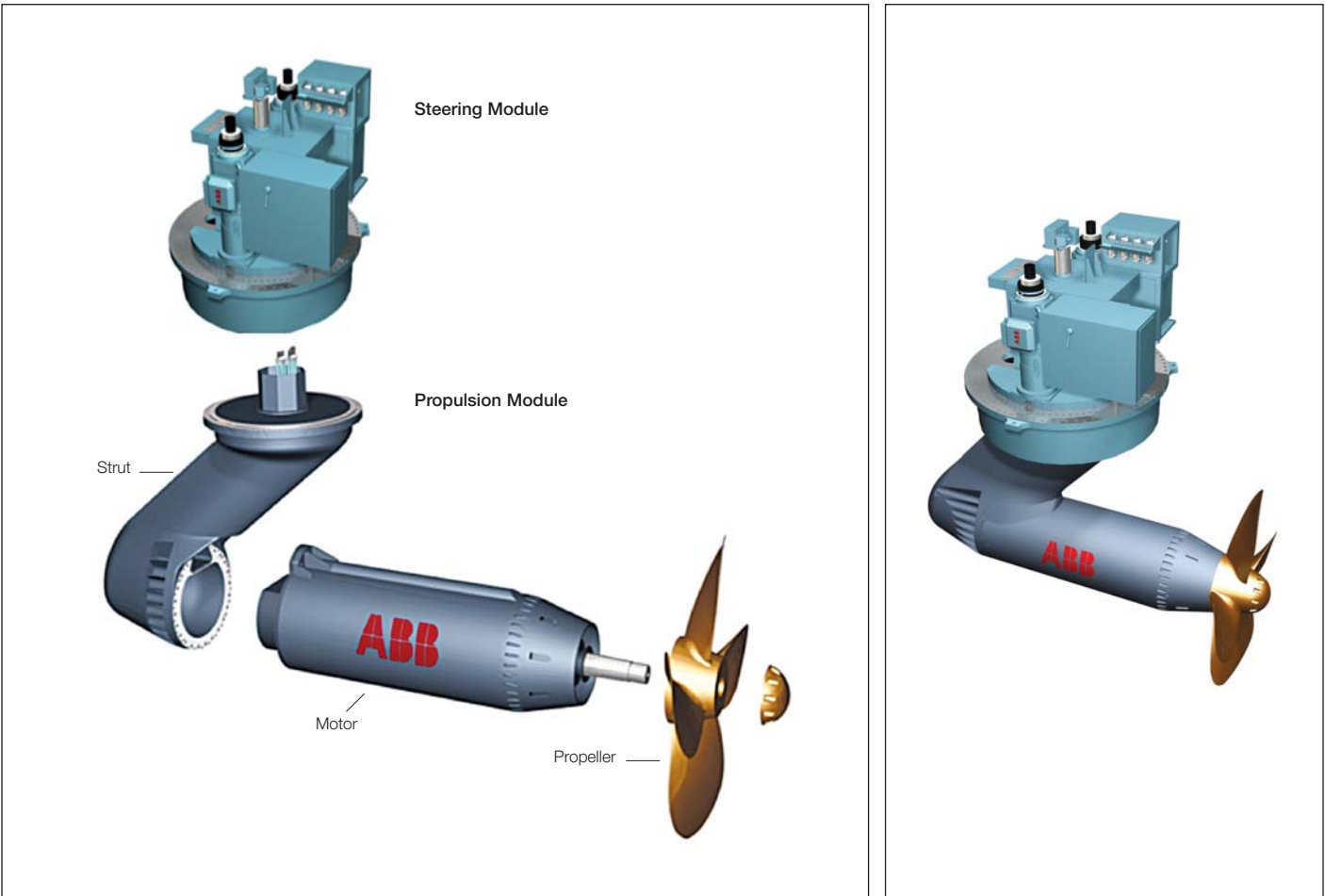
The strut is the connective element between the motor and steering modules. Control cables, piping and power supply cables for the propulsion motor are located inside this single-piece cast strut.

The Steering module installs into the ship's hull and acts as the structural interface with the Propulsion module. The Steering module includes a fully electric steering system, a local steering panel and all functional accessories and connection points for propulsion and steering.

Operation principles

A full Azipod® CO ship system consists of the required number of Azipod® CO units and one ABB ACS series marine drive per each Azipod®. The low voltage variable speed drive controls the motor, which gives full nominal torque in both directions over the entire speed range.

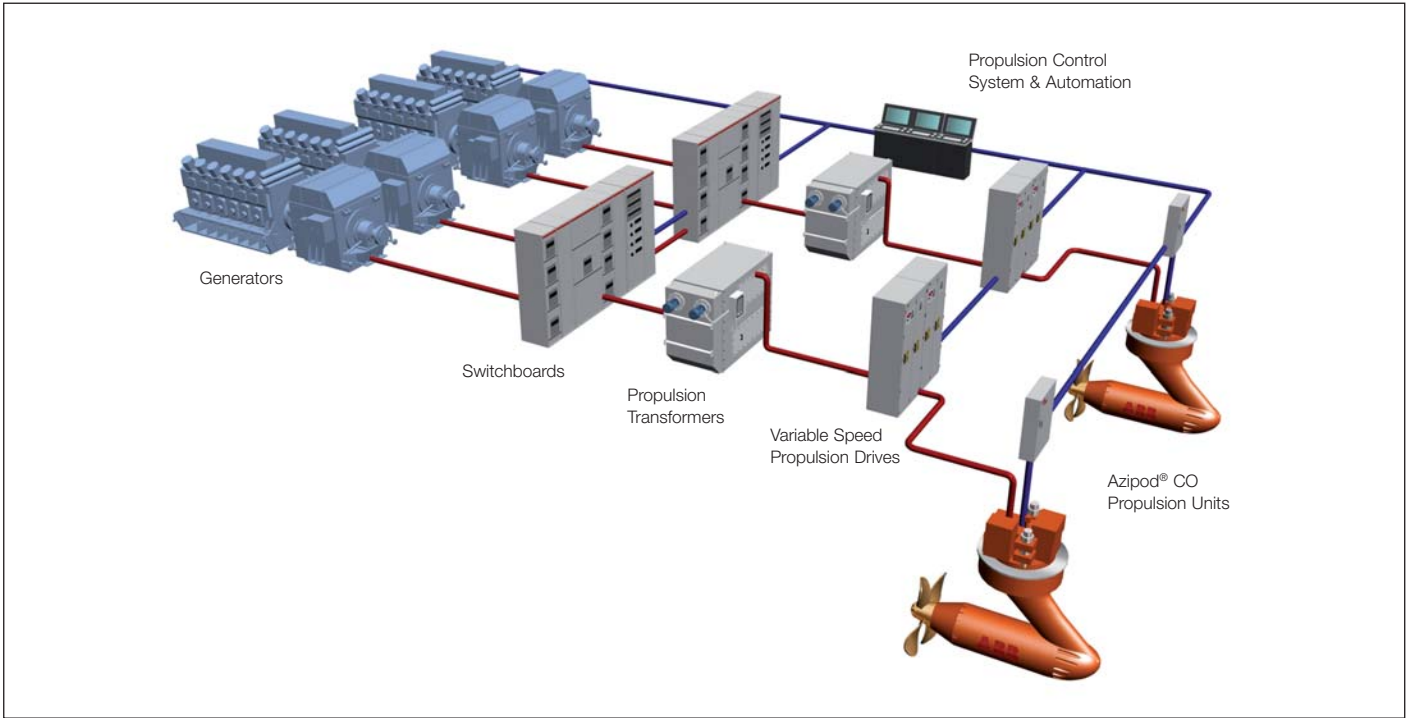
In addition, an electric power plant is needed to feed the propulsion system and other onboard power consumers. The power plant includes generator sets and switchboards, and propulsion transformers are often required as well. Azipod® CO has standard interfaces for simple connection (serial data link and hard-wired) to the ship automation and propulsion control system.



The propeller, motor and strut are assembled in the factory to form the Propulsion module, which is mounted to the Steering module during installation.

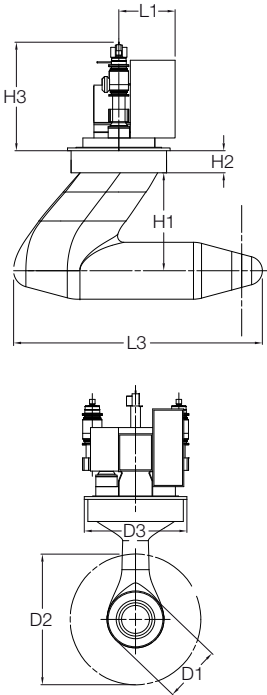
The Azipod® CO utilizes a modular “plug and play” design principle to simplify construction and installation and to ensure high lifetime quality.

With long experience and high expertise, ABB can take responsibility for the complete electric power plant and the Azipod® CO propulsion system.



Azipod® CO - main specifications			
Model size	CO980	CO1250	CO1400
Propeller type	Pulling	Pulling	Pulling
Power [kW]	1300 - 2300	2100 - 3900	2200 - 4500
Rotation speed [RPM]	240 - 365	160 - 280	120 - 205
Motor current [A]	1400 - 2100	2200 - 4200	2300 - 4800
Weight [kg]	27000	47000	59000
Max ship speed [knots]	18	19	19/21*)
H1 [m]	1.95	2.71	3.09
H2 [m]	0.5	0.65	0.65
H3 [m]	1.98	1.98	1.98
L1 [m]	1.3	1.5	1.5
L3 [m]	4.8	5.73	6.2
D1 [m]	1.04	1.31	1.47
D2 [m]	1.9 - 2.6	2.4 - 3.5	2.7 - 4.0
D3 [m]	2.3	2.78	2.78
Steering radius [m]	2.7	3.05	3.35
Displacement [m³]	4	8.5	11

*) With passenger SOLAS requirement, special arrangements for 21 knots



Working with our customers in ship design, building and operations

ABB supports our customers all the way - from the early design phase to daily operational support throughout the life of the vessel. To achieve high cost-efficiency and quality from the start, ABB has opened a new dedicated Azipod® CO fabrication facility in Shanghai, China, from where Azipod® C series units are produced.

Throughout the design phase...

Although Azipod® propulsion has operated successfully for around 20 years, podded propulsion is still considered new technology by many ship owners, designers and yards. Therefore, ABB offers broad support including pre-studies, analysis and evaluations to help customer get off to a good start with Azipod®. Areas of special focus include Azipod® and the ship aft body, critical hydrodynamic aspects and the complete electric power plant.

... the construction phase

During the transition from design to construction and through- out the construction phase, ABB provides supervisory services and all necessary drawings and instructional material to ensure a successful installation and commissioning. The complete Azipod® unit can be installed quickly, typically taking about half a day for a Steering module and 1- 2 days for a Propulsion module.

... and ongoing operations

To meet the support and maintenance demands of our customers, ABB has established a worldwide network of Marine Services Centers that provide specialized after-sales services. ABB Marine Services include Preventive Maintenance Planning, Planned Repair and Dry-docking, On-call Services, Commissioning, Spare Parts Management and Modernizations. Onboard, classroom and on-line training are available through the ABB Marine Academy.

Azipod® Service Centers

To further strengthen our Azipod® service and support capabilities, ABB provides a network of dedicated Azipod® Regional Service Centers located in Helsinki, Houston, Murmansk and Shanghai. The Azipod® Regional Service Centers provide dedicated Azipod® service personnel, workshops and tooling. Each Regional Center is capable of leading large Azipod® service projects as well as providing service support to ABB Marine Services Centers. These locations provide specialized Azipod® services, spare parts and local contacts for Azipod® customers in the area.

The photos below show a typical installation from delivery of the pods, installation of the Steering module, mounting of the Propulsion module and the completed propulsion system.



The upper photo shows the mega yacht *MY Ice*, equipped with 2 x 2.5 MW Azipod® CO propulsion. The lower photo shows the advanced research vessel *Zhong Guo Hai Jian 83*, equipped with 2 x 1.9 MW Azipod® CO propulsion.

Today, an ever increasing number of vessel types are being designed and built with Azipod® CO propulsion.



Azimuth thrusters



Rolls-Royce is a global leader in the supply of azimuth thrusters. In an azimuth thruster the propeller rotates 360° around the vertical axis so the unit provides propulsion, steering and positioning thrust for superior manoeuvrability. Designs have been developed for propulsion and dynamic positioning in response to market requirements. As a result there is a design available to suit virtually any application. Simple and robust construction provides high operational reliability together with simple maintenance for low through life costs. Units can be supplied for diesel or electric drive together with a remote control system.



Azimuth thruster range

US Type

Powers:
250 - 3700kW



Azipull

Powers:
900 - 5000 kW



Contaz

Powers:
2200 - 3700kW



Underwater Mountable UUC Type

Powers:
3000 - 6500kW



Retractable UL Type

Powers:
440 - 3800kW



Swing-up/ Combi

Powers:
736 - 2000kW



Fixed mounted thrusters

The Rolls-Royce US range comprises standard Z-drive units with input powers from 250 – 3,700kW to deliver a bollard pull for tug applications ranging from 11 to over 120 tonnes. Modular design allows the configuration, mounting type and size to be closely matched to user requirements. They are available with contra-rotating propellers for high propulsive efficiency with shallow draft or FP/CP propellers, open or ducted, with diameters to suit the vessel application



Mounting options

Weld in spider: The thruster is mounted in two stages: upper assembly with the hull fitting is raised/lowered into position and welded in place. The underwater assembly is then bolted to the thruster.

Weld in basic: The upper assembly is welded into the hull. The propeller unit is then bolted to the upper section.

Bolt-in, top mounted: The casing plate is welded into the hull. The complete thruster unit is lowered onto the casing flange and bolted into position.

Technical data

Thruster type	Max Input Power (kW)	Input speed (rpm)	Weight (t)	Bollard pull two units (t)	Prop. Dia (mm)
US 55-P4	330	1500 - 2100	1.9	11	1050
US 105-P6	480	1500 - 1800	3.6	17	1300
US 105-P9	725	1000 - 1800	6	24 - 25	1500 1600
US 155-P12	904 - 1065	750 - 2000	9.5 - 11	29 - 35	1600 1800
US 155-P14	445 - 1280	750 - 2000	11.5 - 12.5	37 - 42	1800 2000
US 205-P18	1500	750 - 1800	18	51	2200
US 20	1920	750 - 1800	19 - 20	61 - 63	2300 2400
US 25	2470	750 - 1800	29 - 30	79 - 82	2600 2800
US 35	2790	750 - 1800	36 - 37.5	88 - 92 +	2800 3000
US 305-P40	3050 - 3200	750 - 1600	41 - 43	98 - 106 +	3000 3200
US 355	3700	720 - 1200	54 - 56	120 - 125	3200 3500

For performance predictions please contact Rolls-Royce.



Contaz® thrusters

The Contaz® azimuth thruster range with contra-rotating propellers provide high propulsive efficiency and reduced vibration with shallow draught. Efficiency gains can be in the region of 10 – 15 per cent over conventional azimuth thrusters. The aft propeller regains some of the energy losses in the stream as well as significant rotational losses, therefore there is a lower installed power requirement that can release space on board and lowers fuel consumption. Contaz units have a range of stem lengths and are ideal for passenger/car ferries and vessels operating in regions or rivers with draught restrictions.

Model variations

- Each unit custom designed to suit the vessel
- Select from a wide range of stem lengths
- Reduction ratios optimised for application



Technical data

Thruster type	Max Input Power (kW)	Input speed (rpm)	Dry wt* (t)	Max Prop. Dia (mm)
CONTAZ 15	2200	750 - 1200	3.2	3200
CONTAZ 25	3000	750 - 1200	5	3700
CONTAZ 35	3700	750 - 1200	7.3	4200

*Dry weight at shortest stem length
All data subject to change without prior notice

Azipull thrusters

The Rolls-Royce Azipull is a low drag, high efficiency pulling thruster that provides both steering and propulsion. It combines the advantage of the pulling propeller with the flexibility of using almost any type of drive to suit specific vessel requirements. Azipull thrusters are designed for continuous service speeds up to 24 knots, while maintaining excellent manoeuvrability. They offer high hydrodynamic and fuel efficiency with low noise and vibration levels. A substantial rudder area delivers excellent course stability. Azipull units also allow the aft end of the hull to be optimised for minimum resistance and simplified construction.

Model variations

- All Azipull units are available with CP or FP propellers and can be delivered with remote control systems.



Technical data

Thruster type	Power MCR (kW)	Input speed (rpm)	Dry wt (kg)	Prop. Dia (mm)
AZP085	900 - 1600	1200 - 2000	13000	1900 - 2300
AZP100	1400 - 2500	720 - 1800	31000	2300 - 2800
AZP120	1800 - 3500	720 - 1200	45000	2800 - 3300
AZP150	3000 - 5000	600 - 1000	85000	3300 - 4200

All data subject to change without prior notice

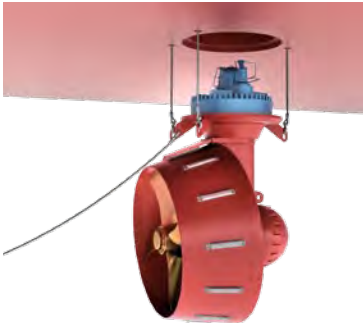


Underwater mountable thrusters

A robust, heavy-duty L-drive azimuth thruster specifically designed for extended and reliable DP operation on offshore rigs and drillships. Compact construction affords advantages for mounting at the shipyard and during maintenance. UUC models have two ways of connecting the lifting wires for underwater removal and mounting. From inside the ship to the thruster flange or externally to the lifting lugs on the thruster flange. Fixed and controllable pitch propeller options are available with closed loop hydraulics.

Mounting options

- USE models for installation in dry conditions, mounting direct to the hull or a container
- USL models with bottom well and foundation for vertical drive motor. Wet mounting from the top through a wet casing



Technical data

Thruster type	MCR (kW)	Input Speed (rpm)	Prop. Dia (mm)
UUC 305	3200	720	3000
			3200
UUC 355	3800	720	3500
	4000	750	
UUC 405	4600	720	3800
	4800	750	
UUC 445	5200	720	4100
	5500	750	
UUC505	6500	600	4200
			4500

All data subject to change without prior notice

Retractable thrusters

The retractable range uses components from the Rolls-Royce standard azimuth thruster range and provides fast hydraulic lifting and lowering of the unit, enabling it to retract into the hull when not in use, reducing the vessel's drag. The UL models are designed for horizontal drive with automatic drive shaft disconnection system. ULE models are designed for vertical drive. Both are available with CP or FP propellers.

The lifting and lowering is activated by a push button on the bridge. Unlocking/locking in position and the engagement of the drive shaft coupling is automatic.

Drive shaft arrangement

A complete assembly with a solid shaft including bearings and a remote controlled clutch and a flexible coupling for prime mover.



Technical data UL

Thruster type	Max Input Power (kW)	Input speed (rpm)	Dry wt (t)	Prop. Type	Prop. dia (mm)
UL 601	440	1500 - 1800	6	FP	1300
UL 901	660	1000 - 1800	12	FP	1600
UL1201	880	750 - 1800	16.5	FP / CP	1800
UL 1401	1200	750 - 1800	24	FP / CP	2000
UL 2001	1500	750 - 1800	27.5	FP / CP	2300
UL 255	2200	900 - 1800	47	FP / CP	2800
UL 305	3000	750 - 1600	66	FP	3000
UL 355	3700	720 - 1200	97	FP	3500

All data subject to change without prior notice

Technical data ULE

Thruster type	Max Input Power (kW)	Input speed (rpm)	Dry wt (t)	Prop. Type	Prop. dia (mm)
ULE 1201	880	1000	21	FP	1800
ULE 2001	1500	720 - 1800	32	FP / CP	2300
ULE 255	2200	720 - 750	43	FP	2800
UL 355	3700	720 - 1200	97	FP	3500

All data subject to change without prior notice



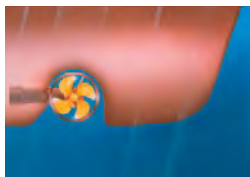
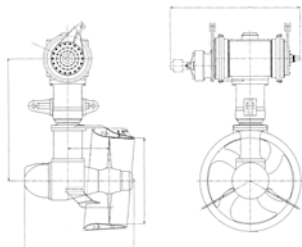
Swing-up/Combi thrusters

TCNS/TCNC range - In the lowered position these thrusters act as azimuth thrusters, vectoring thrust in any desired direction for propulsion or station keeping.

When raised it swings-up into a garage so that nothing extends below the ships baseline. Combi units swing-up into a specially shaped recess in the hull so it can function as a tunnel thruster in the raised position, and as an azimuth thruster when lowered. They also function well as a 'get you home' emergency propulsor.

Options

- Available in powers from 880 to 3,000kW
- Suitable for electric or diesel drive
- FP or CP propellers



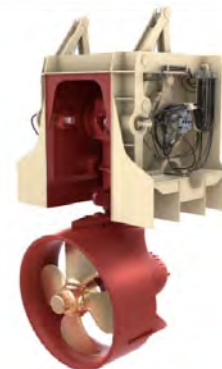
Swing-up thrusters

TCNS/C range – These units can be rapidly swung down and incorporate an improved nozzle design with the thruster lower section angled 5° downwards when fully deployed. This offset directs the propeller slipstream to limit the Coanda effect, which can reduce effective thrust. The angle of tilt can be manually increased by 3.5° to obtain the best thruster performance match to the hull.

Units are supplied complete with a small hull module carrying all the lifting, locking, steering and transmission systems. This weld-in module has a small footprint and can be trimmed by the yard to suit the installation. The yard provides the rest of the garage so it can be designed to match the hull lines.

Features

- High bollard pull
- Integral hull mounting module
- CP or FP propellers



Technical data

Unit Type	Max. power (kW)	Input speed (rpm)	Weight (kg)		Main dimensions (mm)			
			Thruster w/ steering gear	+ Hull Module	A Width	B Length	C Prop dia.	D Stem Length
TCNS/TCNC 73/50 -180	880	1800	9500	10000	2529	2050	1894	2500
TCNS/TCNC 92/62 -220	2000	1800	17000	17000	2810	2856	2228	3127
TCNS/TCNC 120/85 -280*	3000	720 - 750	45000	50000	4238	3575	2800	4000
TCNS/C 075	1000	1500 - 2000	11100	16200	2670	2235	1700	5655**
TCNS/C 100	2000	1500 - 1800	19400	29100	2900	2807	2200	4246**

* Delivery upon special request

** From top of hull module



Propellers



Rolls-Royce is a world leader in propeller design and supplies controllable pitch propellers, fixed pitch propellers, and the innovative adjustable bolted propeller. Unlike other propulsor designers we have our own hydrodynamics research centre, equipped with two cavitation tunnels. In over 40 years of operation the centre has tested around 1,400 propellers and waterjet pumps to perfect and prove the design. Rolls-Royce propellers deliver good fuel economy, low vibration and noise levels and minimal cavitation.



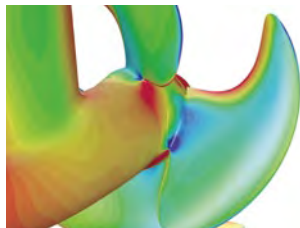
Controllable pitch propellers

A wide range of hub sizes is available for powers from around 500kW up to 75MW for both four and five bladed propellers.

The Kamewa CP-A controllable pitch hub is an evolution of XF5 system, renowned for its high reliability and blade bearing arrangement designed to avoid peak pressures and cavitation. Compared to its predecessor, the CP-A offers a 20 per cent improved power-to-weight ratio, a significant increase in efficiency and a blade foot with decreased exposure to cavitation. Propellers can be supplied with four or five blades of high skew or moderate skew type, conventional or nozzle design. The propeller is also available as full feathering.



The CP-A hub is designed for improved efficiency, strength and cavitation properties.



Computational fluid dynamics (CFD) and cavitation tank testing were used to refine the contours of the propeller hub and blade roots for optimum performance.

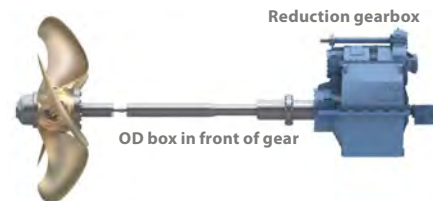
Key features:

- Two main hub types are available: 'standard' for speeds below 30 knots and 'H' for speeds above 30 knots
- The CP-A hub offers normal pitch control and can be supplied with full blade feathering for reduced drag when not driving
- Bronze or stainless steel blades and hub can be specified
- Open water, nozzle, and ice-class options
- Full US Mil-Spec shock versions are available

Oil distribution systems

Kamewa CP propellers are available with three types of oil control system, to match most vessel requirements.

System D-F: The oil distribution box is mounted on the forward end of the reduction gearbox. Additional intermediate shafts can be arranged between the propeller shaft and the gearbox.



System D-M: A separate shaft carries the oil distribution box, and additional intermediate shafts can be arranged between the propeller shaft and the OD box shaft.



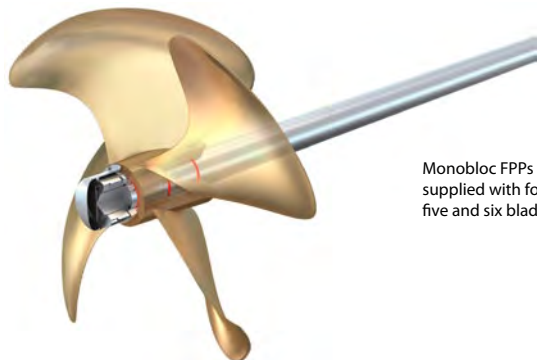
System I: Oil distribution integrated within the reduction gearbox, also part of Rolls-Royce supply.





Fixed pitch propellers

Propeller designs are matched to the vessel's hull and its operating profile. The characteristics of our Bird Johnson and Kamewa range of propellers are good fuel economy, low vibration/noise levels and no harmful cavitation.



Monobloc FPPs are supplied with four, five and six blades.

Rolls-Royce provides a complete package

- Custom designed for the vessel
- Monobloc and fixed bolted propellers of moderate or high-skew designs for both open and nozzle applications
- Shafting with stern tube, bearing, seals etc
- SKF Propeller sleeve mounting, if required
- Full shaft calculations, including whirling and alignment
- Performance guarantees
- Promas optimised

SKF propeller sleeve mounting

Propellers can be supplied with the SKF propeller sleeve. It is a keyless high-grade steel sleeve with a cylindrical exterior and tapered interior that simplifies propeller removal and mounting. It offers considerable cost savings in terms of downtime, maintenance and repairs, and allows full interchangeability with a spare propeller. The SKF propeller sleeve also speeds up the installation process, eliminating match making or gauges.



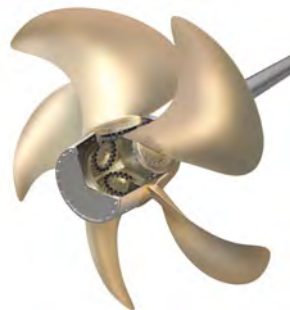
The SKF propeller sleeve simplifies propeller removal and installation.

Adjustable bolted propellers

The adjustable bolted propeller (ABP) allows the most efficient blade matching for optimum efficiency while simplifying installation. It uses a hollow hub with four, five or six blades bolted to it from the inside. The special bolts used to attach the blades require only simple hand tools. Slotted holes in the hub allow the blade pitch angle to be adjusted in service to compensate for variations in hull resistance through life. The propellers overall weight is reduced for easier shipment, handling and mounting. Individual blades can be replaced without drydocking.

Key features:

- Spare propeller not needed
- Stainless steel or NiAl-bronze blades
- Slotted holes for step-less blade pitch adjustment
- Hollow hub reduces weight and extends bearing life
- Blade change possible without drydocking using simple hand tools
- Four to six blades



5 Blade ABP.



Blades are attached with special bolts using only hand tools.





Courtesy of Austal

Waterjets



The Rolls-Royce Kamewa waterjet range is the broadest in the business. Manufactured in aluminium and stainless steel, they are available in powers from 50kW to above 36MW. Using the latest design techniques unit size, weight and life-cycle costs have been reduced. The waterjet has many advantages over the propeller for high speed vessels. They provide higher speeds with the same power, or substantially lower fuel consumption at a constant speed and lower power.

At constant rpm, a Rolls-Royce waterjet absorbs approximately the same power regardless of the ship's speed. The engine cannot be overloaded, which means less engine stress and longer service life. Waterjets produce less noise and vibration than propellers. At speeds over 20 knots it can be by as much as 50 per cent. No reversing gearbox is required and craft can stop in a few lengths, turn on the spot and even manoeuvre sideways.

Interceptor trim tabs are used to achieve the optimum trim and list angle when operating and help the vessel achieve the best possible speed and comfort. A compact system is available for FF and A3 aluminum waterjets.



Waterjet range

FF-series

Medium and small-sized aluminium waterjets with axial flow technology, with aluminium inlet duct/hydraulics.

Powers:
260 - 2000kW



Kamewa A3-series

Medium-sized waterjets with stainless steel mixed flow pump technology with aluminium inlet duct/hydraulics.

Powers:
450 - 2600kW



Kamewa S3-series

Medium and large stainless steel waterjets with mixed flow technology and optimised inlet duct design for a high degree of customisation.

Powers:
800 - 41000kW



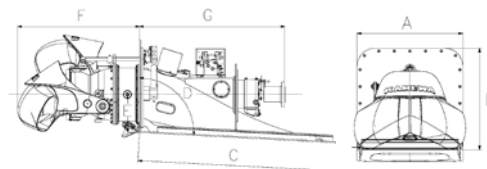
Key features:

- Best propulsive efficiency on the market
- Superior manoeuvrability at all speeds
- Low noise and vibration levels
- Engineered for low life cycle costs

FF-series

The Kamewa FF-series waterjets are manufactured from strong, corrosion resistant materials. Impeller, shaft and steering/reversing rods are made of stainless steel and all other components are aluminium for maximum strength and lightweight. Seagrade aluminium is used to manufacture the inlet duct, so it can be directly welded into the hull when required. The pump is a single-stage axial flow design, providing a high volume flow with good pulling thrust at lower speeds. Waterjets in the FF-series do not normally require a reduction gear.

All FF-series waterjets can be supplied as a booster unit without steering and reversing gear. The new FF jet models incorporate improvements to pumps, reversing buckets and steering nozzles and deliver the best size/weight-ratio in their class.



Technical data

Waterjet size	Dimensions (mm)					Power (kW)*	Weight (kg)	
	A	B	C	F	G		Dry wt.	EW**
FF-240	410	574	855	885	400	260	124	25
FF-270	430	541	1060	816	551	370	155	28
FF-310	520	651	1203	1065	626	500	242	40
FF-340	650	700	1070	1107	676	530	270	52
FF-37	750	724	1660	911	1144	585	380	138
FF-41	860	803	1943	1049	1338	735	485	170
FF-45	880	846	1827	1114	1081	885	520	209
FF-500	950	970	2200	1333	1525	1100	840	350
FF-550	1100	1045	2400	1265	1963	1390	960	395
FF-600	1150	1150	2800	1552	1863	1800	1325	495
FF-67	1280	1287	3220	1592	1920	2000	1545	703

*Classification power. Higher sprint powers can be confirmed case by case

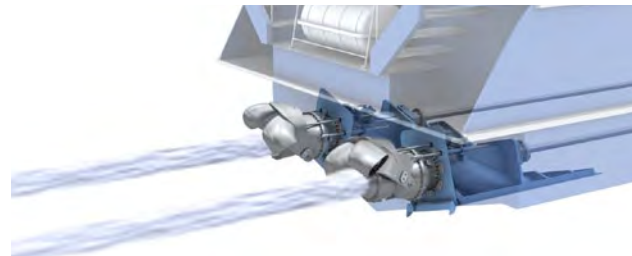
** Entrained water inside transom

All data subject to change without prior notice

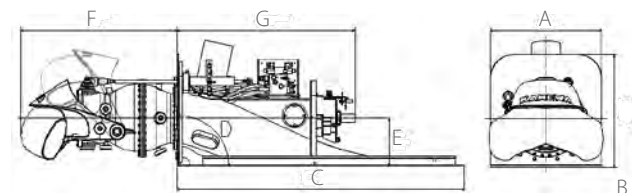
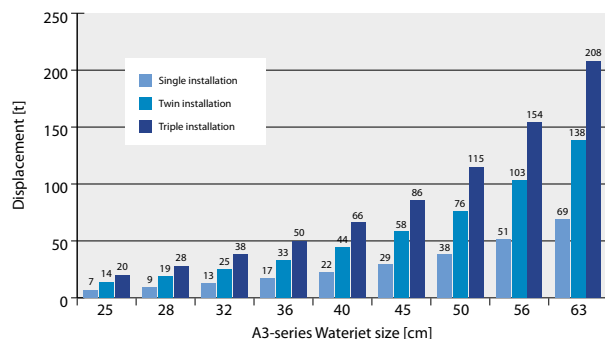


A3-series

All Kamewa A3-series waterjets are supplied with an integrated and high performance aluminium inlet duct, with the hydraulic valve block and pipework mounted on it for simple and cost effective installation. The compact reversing bucket is one of the most efficient available, and delivers around 70 per cent of forward thrust for quick stopping. A new stainless steel steering nozzle minimises hydrodynamic losses and noise levels while providing superior speed in turns. The A3-series offers seven different water outlet nozzle diameters to provide a balance to the waterjet speed, and five different impeller blade pitch angles for fine adjustment of the rpm for optimum performance.



Recommended maximum displacement for planing hulls over 30 knots



Technical data

Waterjet	Dimensions (mm)						Max. power (kW)*	Weight (kg)	
	A	B	C	E	F	G		Dry wt.	EW**
A3-25	600	600	1200	266	1038	577	450	247	40
A3-28	672	672	1344	297	1132	686	570	346	57
A3-32	736	746	1911	320	1036	1187	750	450	119
A3-36	796	836	2134	360	1166	1284	950	575	170
A3-40	850	912	2370	400	1275	1472	1320	780	233
A3-45	940	1005	2703	450	1433	1637	1670	1080	323
A3-50	1050	1120	2980	500	1591	1809	2060	1440	435
A3-56	1150	1234	3330	560	1773	2017	2580	1900	616
A3-63	1290	1450	3750	630	1995	2270	2600	2360	880

* Classification power. Higher sprint powers can be confirmed case by case

** Entrained water inside transom

All data subject to change without prior notice

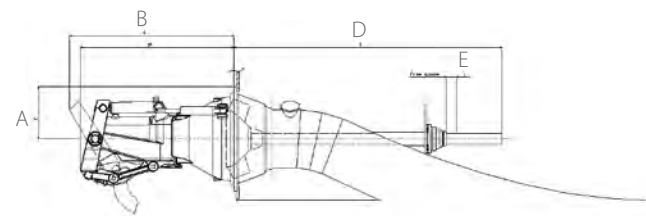
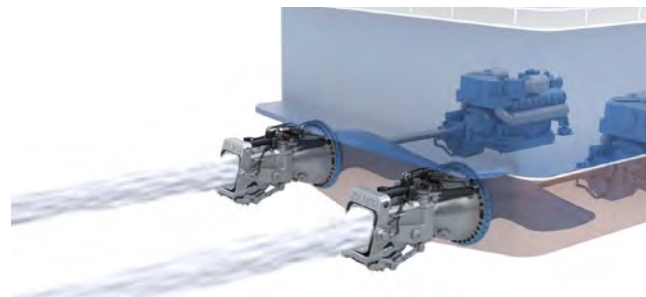


S3-series

The Kamewa S3-series waterjets are developed for the most demanding applications. S3 and A3-series waterjets are fitted with the market's highest performance mixed flow pump, developed at our own hydrodynamic research centre. The Kamewa S3-series is fully customized for each project in order to achieve optimised performance. A screen-based CanBus system is used for operating the vessel.

Key features:

- Highest pump performance on the market
- Stainless steel for maximum corrosion and wear resistance
- Impeller, nozzle and inlet duct designs optimised to meet each application's performance demands



Technical data

Waterjet	Dimensions (mm)				Power range (kW)*	Weight (kg)		
	A	B	D (typical)	E (typical)		Steerable	Booster	EW**
S3-45	410	1318	2450	100	800 - 1790	725	453	577
S3-50	500	1455	2110	100	1000 - 2580	1004	600	750
S3-56	550	1630	2310	100	1200 - 3440	1385	865	1040
S3-63	600	1782	2510	100	1400 - 4300	1882	1172	1490
S3-71	650	2005	2600	100	1500 - 5100	2550	1596	2130
S3-80	700	2269	2800	100	1800 - 6500	3565	2180	3050
S3-90	800	2527	3180	100	2000 - 8500	4820	2940	4340
S3-100	900	2785	3560	100	2500 - 10000	6090	3700	5950
S3-112	1000	3119	3910	100	4000 - 12500	8360	5240	8370
S3-125	1100	3487	4020	100	5000 - 16000	11720	7460	11630
S3-140	1232	3906	4503	100	6000 - 20000	16210	10360	16341
S3-160	1400	4462	5180	100	7000 - 26000	23670	10550	24400
S3-180	1600	5020	5770	100	8000 - 33000	33100	12650	34740
S3-200	1760	5580	6432	100	10000 - 41000	44720	28840	47633

* Depending on speed and operating profile. For performance predictions please contact Rolls-Royce

** Entrained water inside transom

All data subject to change without prior notice

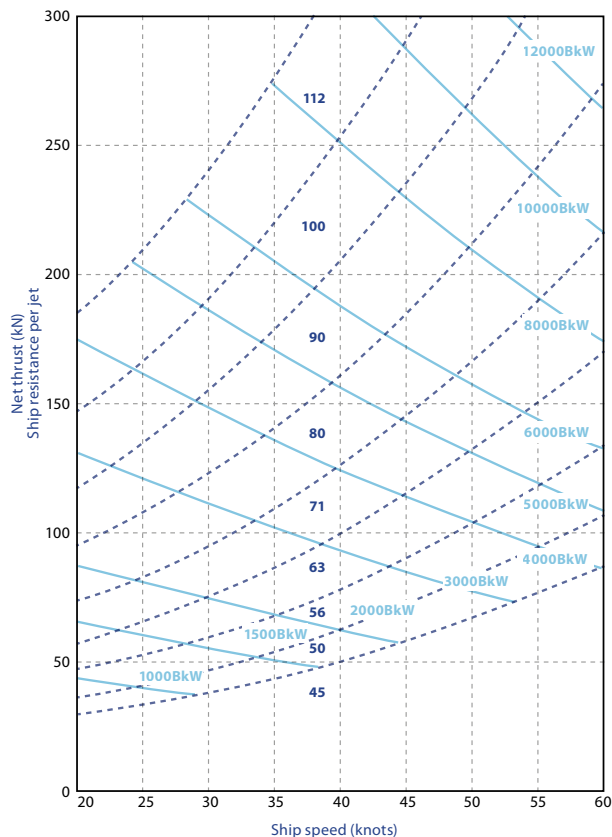


S3-series size selection

For most applications an S3 unit one size smaller than previously specified will give the same performance, giving a 25 per cent reduction in the total unit weight plus entrained water, and a transom flange diameter 12 per cent smaller.

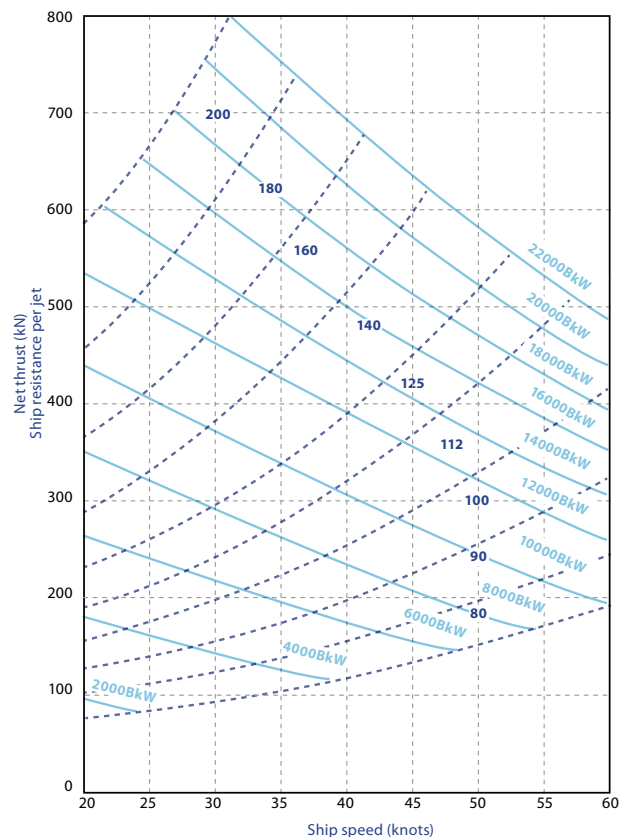
Alternatively, retaining an S3 waterjet of the same size will offer a higher top speed or less installed power and lower fuel consumption for the same speed, or a larger payload.

Kamewa Waterjet Propulsion Size 45-112 S3



*This table are for preliminary size selection only, in order to get an understanding of weight and size. For performance predictions for your specific vessel, please contact Rolls-Royce.

Kamewa Waterjet Propulsion Size 80-200 S3



*This table are for preliminary size selection only, in order to get an understanding of weight and size. For performance predictions for your specific vessel, please contact Rolls-Royce.



Tunnel thrusters



The tunnel thruster is designed to provide side force to the ship to enhance manoeuvring capability in port or additional station keeping power when dynamic positioning. Versions specified should be matched to the vessel application. All are available with CP or FP propellers, and for ships requiring maximum passenger comfort, we have the 'Super Silent' range. A system normally consists of the thruster unit with tunnel, hydraulic equipment, remote control and electric drive motor with starter.



Tunnel thrusters

Users can select from eleven diameters and four different models, in each size designed to suit a specific application.

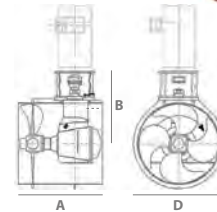
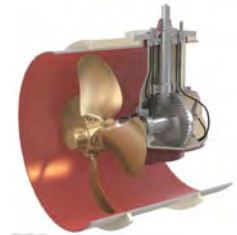
- **AUX:** Standard type for auxiliary use only
- **ICE:** High ice-class with stainless steel propeller blades
- **DPN:** Continuous DP service - shallower draught vessels
- **DPD:** Continuous DP service - deeper draught vessels

Units comprise standard tunnel, propeller unit, hydraulic system and remote control



Key features:

- Available with FP or CP propellers
- Skewed blades for efficiency/ low noise
- Heavy duty propeller for DP units
- Shaft seal pressure control with drain connection in DP thrusters
- Mechanical locked bearings in DP thrusters



Technical data

Main dimensions (mm)			Weight (kg)*		Motor input (rpm)	Propeller (rpm)	Tip speed (m/s)	Maximum Power (kW)					
D (Dia)	A (Length)	B (Shaft length)	AUX/AUD	ICE/DPN/DPD				Electric motor			Diesel		
								AUX	ICE/DPN/DPD	DPN/DPD	AUX	ICE/DPN/DPD	DPN/DPD
1100	1370	867	1150	1150	1465 - 1775	465 - 556	27 - 32	330 - 390	300 - 350	300 - 350	290 - 340	260 - 310	260 - 310
FP*	1223	867	1150	1150									
1300	1540	1024	2000	2000	1470 - 1760	390 - 532	27 - 32	495 - 595	445 - 535	445 - 535	435 - 520	390 - 475	260 - 310
FP	1360	1024	2000	2000									
1650	1850	1332	3550	3700	1180 - 1770	312 - 416	27 - 36	750 - 950	700 - 780	700 - 810	650 - 760	600 - 685	650 - 710
FP	1572	1332	3440	3440									
1850	2000	1487	4600	4600	980 - 1480	250 - 374	24 - 36	900 - 1050	800 - 950	850 - 950	800 - 930	700 - 840	700 - 840
FP	1780	1487	4400	4400									
2000	2100	1620	6100	6400	980 - 1480	245 - 335	26 - 35	1030 - 1295	925 - 1165	1205 - 950	905 - 1140	815 - 1025	700 - 840
FP	1830	1620	5900	5900									
2200	2300	1805	8100	8500	980 - 1480	228 - 304	26 - 35	1240 - 1510	1115 - 1365	1180 - 1440	1090 - 1325	980 - 1190	1055 - 845
FP	1978	1805	7800	7800									
2400	2550	1940	10500	10900	980 - 1480	211 - 286	27 - 36	1580 - 1910	1420 - 1720	1420 - 1710	1390 - 1680	1250 - 1510	1245 - 1510
FP	2263	1940	10000	10000									
2650	2800	2143	14050	14300	880 - 1190	194 - 262	27 - 36	2150 - 2400	1935 - 2160	2205 - 1980	1892 - 2110	1700 - 2000	1935 - 1735
FP	2483	2143	13300	13300									
2800	2950	2253	16350	16500	880 - 980	199 - 222	27 - 33	2380 - 2650	2140 - 2385	2385 - 2140	2090 - 2330	1880 - 2095	2095 - 1880
FP	2617	2253	15500	15500									
3000	3200	2451	20450	20750	710 - 980	165 - 228	27 - 36	2510 - 3350	2260 - 2700	2260 - 2700	2210 - 2640	1990 - 2370	1990 - 2380
FP	2834	2451	19500	19500									
3300	3450	2710	27250	27500	710 - 880	149 - 212	27 - 37	3100 - 3700	2790 - 3300	2790 - 3330	2730 - 3250	2450 - 2930	2450 - 2930
FP	3069	2710	26300	26300									

* Fixed pitch propeller

**includes std tunnel, propeller unit,hydraulic system and remote control



Super Silent type

The Super Silent (SS) tunnel thruster has a modified hydraulic power pack for low noise. It has double walls through the full tunnel length and a flexibly mounted inner tunnel.

Key features:

- Reduced tip speed
- Noise reduction of up to 10 dB compared to standard design
- Reduction of up to 25 dB can be reached in combination with floating floors and other measures by shipbuilder



Technical data

Thruster type	Dia. (mm)	Motor (rpm)	Propeller output (rpm)	Max power (kW)
TT1850 SS	1850	1180	290	800
TT2000 SS	2000	1180	245	925
TT2200 SS	2200	1180	276	1355
TT2200 SS	2200	1180	243	1050
TT2400 SS	2400	1180	257	1720
TT2400 SS	2400	1180	228	1350

All data subject to change without prior notice

Permanent magnet

The Permanent magnet tunnel thruster (TT-PM) is the latest tunnel thruster design from Rolls-Royce and has been engineered with reliability and through life costs as the focus. Using permanent magnet motor technology increases efficiency and makes the installation more compact, only the variable frequency drive unit is housed in the thruster room, freeing up space on board. It also simplifies maintenance as the patented mount means units can be removed and replaced without drydocking. PM thrusters are currently available in two sizes with powers of 1,000 and 1,600 kW. These thrusters have been developed for the most demanding applications such as DP.



Key features:

- Efficient and space saving PM technology
- Fast response times to full power
- Rugged design with high reliability
- Equal thrust in both directions
- Patented resilient mounting system reduces noise and vibration, simplifies tunnel fabrication and removal/installation
- Oil filled stator for superior cooling and protection
- Robust centre shaft carries all propeller loads

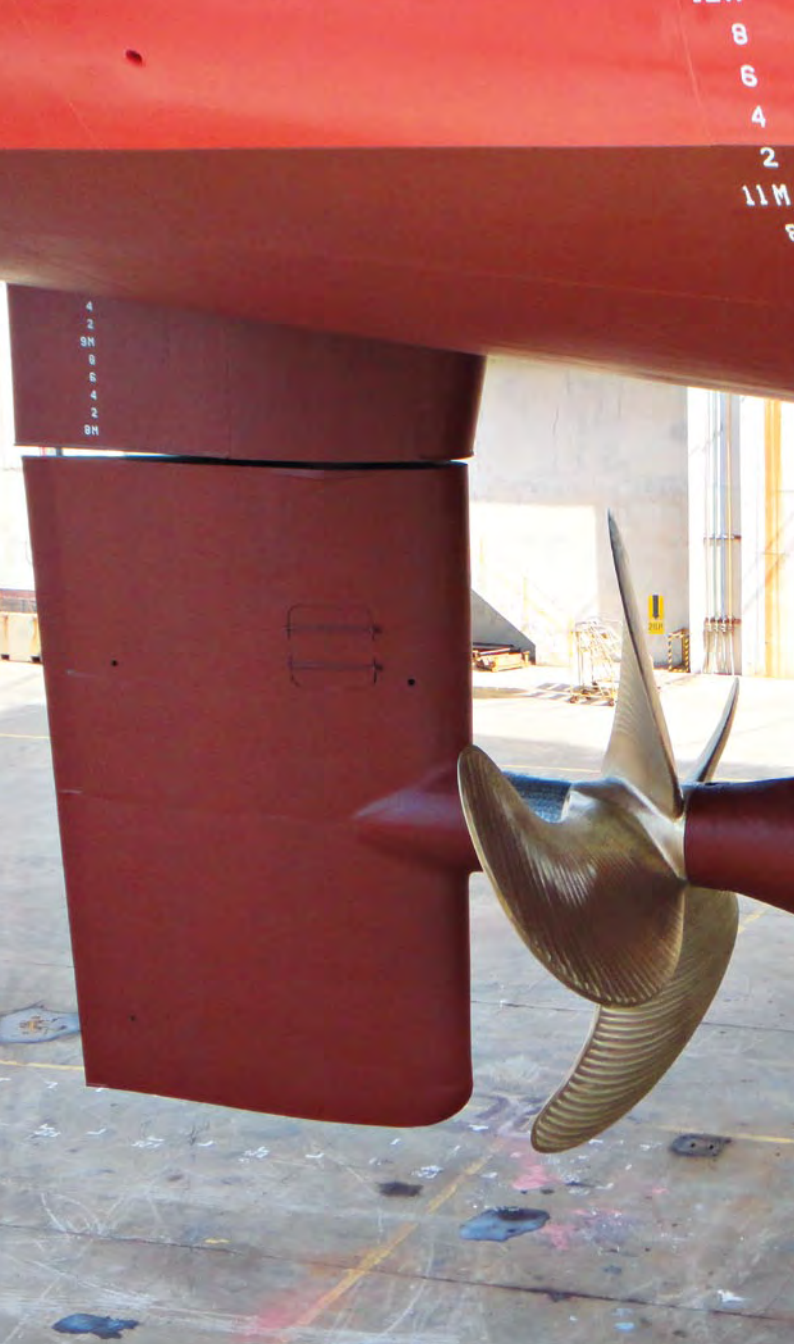


TT-PM thrusters are resiliently mounted in the tunnel to minimise noise and vibration. Installation and removal can be carried out without drydocking the vessel.

Technical data

Thruster type	Dimensions (mm)		Weight (kg)			Performance			Hull mount
	Prop. Dia	Tunnel Dia	Thruster Dia	Connection & mounts	Total dry weight	Power MCR (kW)	Max thrust (kN)	Prop. type	
TT PM 1600	1600	2180	7250	1957	11730	1000	146	Mono FP	8 x rubber bushings
TT PM 2000	2000	2600	12217	2540	18318	1600	229	Mono FP	8 x rubber bushings

All data subject to change without prior notice



Promas



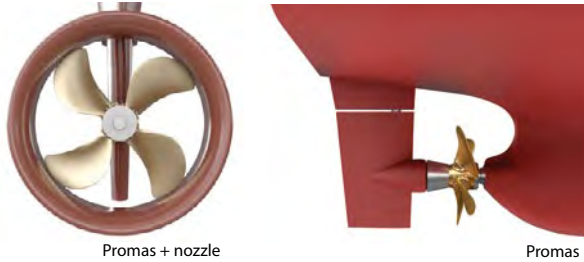
Promas offers increased propulsive efficiency and improved manoeuvrability by adapting the propeller and rudder into one propulsive unit. It is suitable for conventional single and twin screw ships.

Each installation comprises a twisted full spade rudder with a Costa bulb that is smoothly connected to the propeller by a hubcap, and a propeller design adapted to the rudder.

A well designed twist adapts the rudder to the rotation of the propeller slipstream and reduces the angle of attack on the rudder's leading edge. This gives a more efficient rudder profile with lower drag and better recovery of rotational energy from the propeller slipstream.



Promas



Promas integrates the propeller, a hubcap, rudder bulb and the rudder itself into a single hydrodynamic efficient unit.

A tapered hubcap fitted to the propeller hub leads the waterflow onto a bulb which forms part of the spade rudder. The rudder has a twisted leading edge, optimized for the flow from the propeller, which converts to into additional forward thrust some of the swirl energy in the slipstreams that is normally lost.

The result is an increase in propulsive efficiency of up to 8 per cent depending on the application, leading to reduced fuel consumption and emissions. Large steering forces can also be developed.

Promas has been developed using the latest CFD technologies. As the risk of hub vortex cavitation is removed, the radial distribution of hydrodynamic loads on the propeller blades can be modified, reducing tip loading and helping to limit the intensity of blade pressure pulses (up to 25 per cent) and associated noise and vibration.

Promas + nozzle

Developed specifically for offshore vessels. A new nozzle, propeller, hubcap, bulb and rudder profile combine to maximise free-running efficiency and improve bollard pull, typically by 5 – 8 per cent. Water flow leaving the nozzle passes over the special profile rudder to provide high steering forces yet minimum drag.

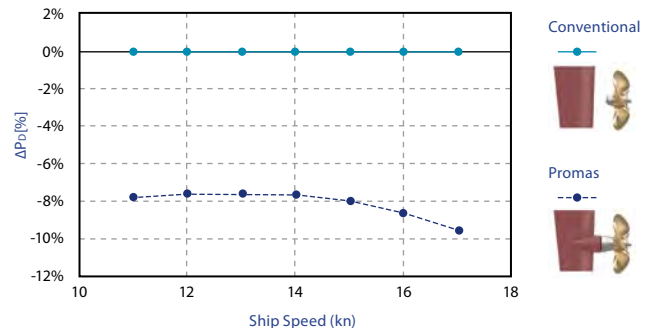
Key features:

- Propeller and rudder designed as a single system for optimum efficiency
- Propulsive efficiency increased by 3 – 8 per cent
- Improved low speed manoeuvrability
- Improved possibility for low pressure pulse/low noise propeller design
- Almost as easy to install as a conventional propeller-rudder system
- Nozzle option can reduce fuel consumption in transit by 15 – 20 per cent
- Simple and robust with short payback time

Propulsive efficiency improved

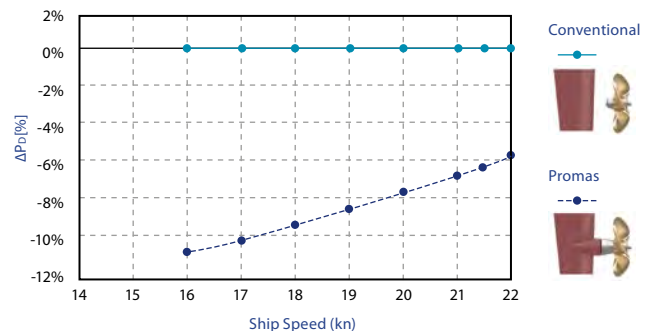
In general, the Promas efficiency gain is in the region of 3 – 8 per cent for single screw, and 2 – 6 per cent for twin screw vessels. A good rudder design with optimised profile shape, positioning of the rudder in the slipstream and skeg design can increase the propulsive efficiency by an additional 2 per cent. Comparison tests between a conventional propeller-rudder system and Promas are shown in the graphs below.

Relative power delivered vs. Ship speed - Single screw vessel



The rudder area, profile shape and position are identical for the conventional and Promas cases in the graphs below. So the increase in efficiency shown is the pure effect of the bulb, hubcap, rudder twist and adapted propeller design.

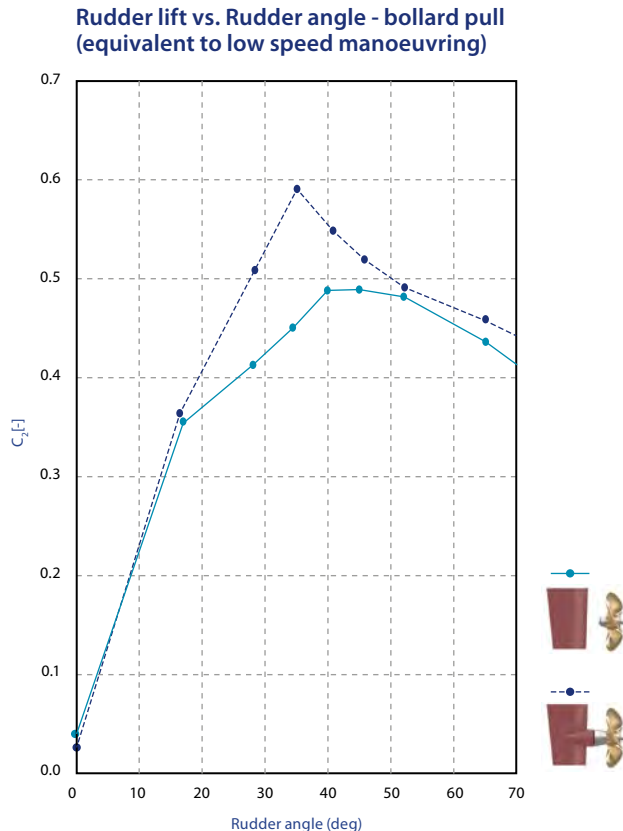
Relative power delivered vs. Ship speed - Twin screw vessel





Improved manoeuvring at low speed

At low speed manoeuvring ie. harbour manoeuvring, a maximum side force and a maximum rudder drag is important. The graph below shows the non-dimensional lift against rudder angle for a single screw vessel.



Promas Lite



Promas Lite is a version of the successful Promas system that can be easily fitted to vessels already in service. The installation is simple with only three areas of modification:

- Welding a prefabricated bulb in position on the existing rudder
- Bolting the hubcap to the propeller hub
- Fitting of a new propeller or reblading the original one

Improving propulsive efficiency is key to reducing fuel burn and emissions. Promas Lite installations on vessels operating significantly off their original design speed should provide an efficiency improvement in the region of 5 – 15 per cent. Recent installations on twin screw cruise vessels have demonstrated efficiency improvements within these guidelines giving a payback period of well under two years. The improvement it delivers in propulsive efficiency means that engine loads are reduced, which also helps to lower wear and tear on the engine.

Key features:

- Reduced fuel consumption of between 5 – 15 per cent
- Lower exhaust emissions
- Short payback time
- Simple and quick installation (7 – 10 days)



Before installation.



After installation.



Podded propulsors



Mermaid™ pods have steadily evolved over the last decade. The range offers five frame sizes from 1,850mm to 2,770mm motor stator diameter, with five powers from 5 to 27MW. Advances in design have increased the power density, which means for a given power the pod diameter can be reduced allowing a more streamlined form for the underwater unit for improved efficiency. Both induction and synchronous motors are offered. For ice-going vessels induction motors are normally specified due to their good torque characteristics at low speed. Rolls-Royce and GE Energy Conversion combine their resources and expertise on the electrical, mechanical and hydrodynamic elements of the design. The application of Mermaid pods is not restricted to passenger vessels or ice going ships. Underwater mountable units are available for rigs, and Mermaid pods are also powering naval vessels.



Podded propulsors

Mermaid™ pods offer flexibility in vessel design and machinery layout. They combine the functions of a propulsion motor, main propeller, rudder and stern thruster in a single unit. The integrated electric motor drives the shaft, saving space on board and eliminates the need for a gearbox.

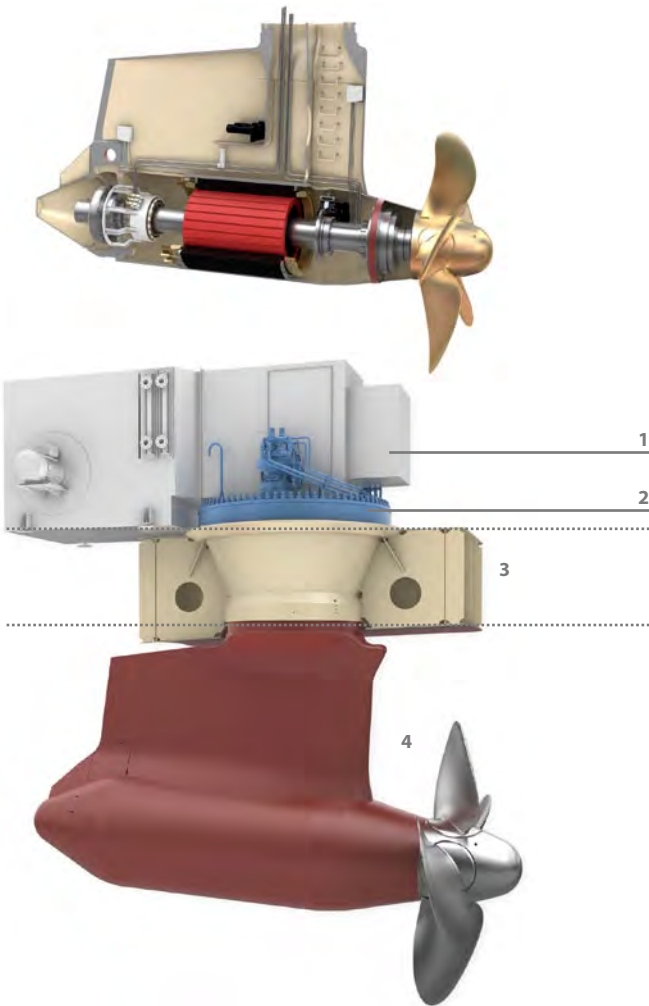
The propeller is a fixed pitch high skew design for low noise and vibration. It can be supplied as a monobloc or with separately bolted blades, that can be simply changed in the event of damage. All seals are environmentally friendly, with no oil release in the event of a failure.

Key features:

- Powers from 5 to 27MW
- Synchronous motor with brushless excitation, or induction motor
- Excellent manoeuvring capability
- Flexible machinery arrangement with simpler machinery installation
- High efficiency with low noise and vibration
- Environmentally friendly sealing arrangement
- Remote controlled brake and locking unit
- Pulling azimuth unit for maximum propulsive efficiency.

Technical data

Standard Mermaid sizes	Power Synchronous motor (MW)	Power Induction motor (MW)	Shaft speed (rpm)	Weight (t)	Prop. dia. (m)	Speed (knots)
185	6 - 11	6 - 10.5	110 - 210	70 - 115	3.6 - 5.4	Up to 24
210	8 - 16	8 - 13.5	105 - 195	110 - 155	4.1 - 5.9	
232	11 - 20	9 - 17	100 - 180	145 - 190	4.5 - 6.4	
250	13 - 23	11 - 20	95 - 170	185 - 220	4.9 - 6.9	
277	15 - 27	13.5 - 23.5	90 - 160	230 - 270	5.4 - 8.0	



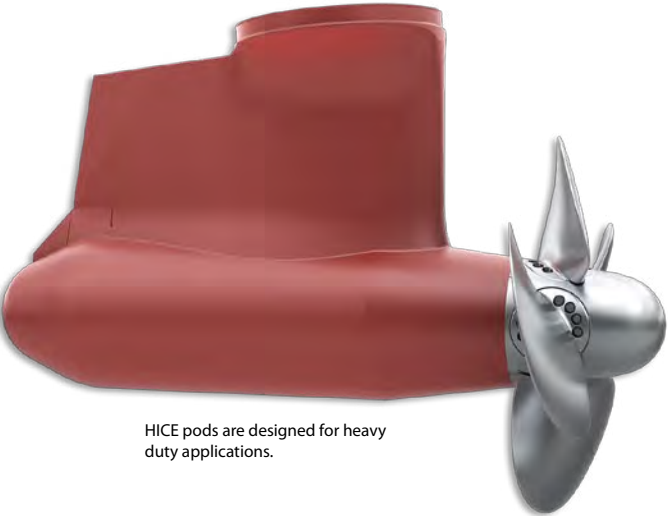
Main components

- 1. Cooling cubicle:** Mounted on the steering unit and contains the fans, coolers and air drying equipment.
- 2. Steering unit:** The steering machinery is mounted in the pod seat and contains the slewing bearing, steering gear wheel and steering motors. These can be either electric or hydraulic.
- 3. Pod seating:** Custom built for each hull. Is delivered fairly early to the yard and becomes an integral part of the hull.
- 4. Pod unit:** Rotates 360°, +/- 35° in transit. Equipped with slip rings and fluid distribution swivel inside steering unit.



Mermaid™ ICE and HICE

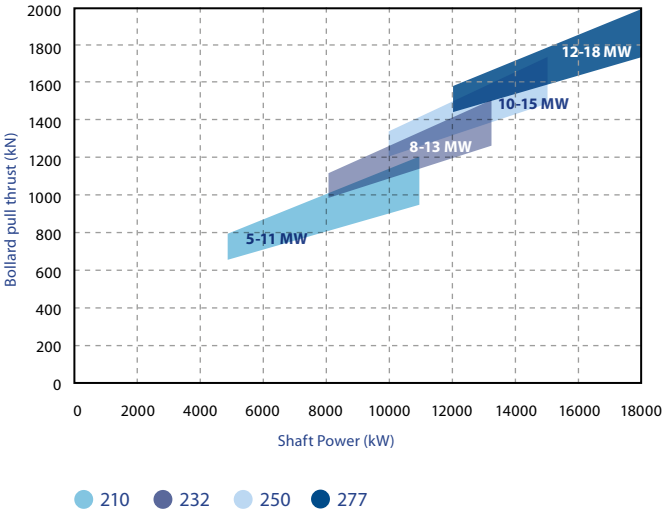
Mermaid ice-strengthened pods are specifically designed for all vessels that operate in the toughest arctic conditions. Mermaid ICE units are designed to IACS PC4 and provide excellent hydrodynamic performance for open sea voyages for fuel savings in a mixed operating profile. HICE pods (illustrated below) for heavy duty ice applications are designed for ice classes to IACS PC1. Both types are equipped with robust heavy duty induction PWM motors with high torque at low rpm suitable for tough ice milling conditions.



HICE pods are designed for heavy duty applications.

Key features:

- Power range 5 to 18MW
- Induction PWM motor
- High torque at low shaft speed for good ice milling capability
- Stator shrink fitted to pod housing for efficient cooling
- Stainless steel fixed pitch propeller with bolted blades for simple change out



Technical data

Pod size	Bollard pull (MW)	Shaft speed (rpm)	Weight (t)	Prop. dia (m)	Bollard pull thrust (kN)	Open water speed (knots)
210	5 - 11	105 - 155	70 - 115	3.7 - 5.0	600 - 1200	14 - 19
232	8 - 13	100 - 147	110 - 155	4.5 - 5.65	1000 - 1500	
250	10 - 15	95 - 140	145 - 190	4.9 - 6.0	1200 - 1650	
277	12 - 18	90 - 132	250 - 325	5.4 - 6.5	1300 - 2000	

All data subject to change without prior notice



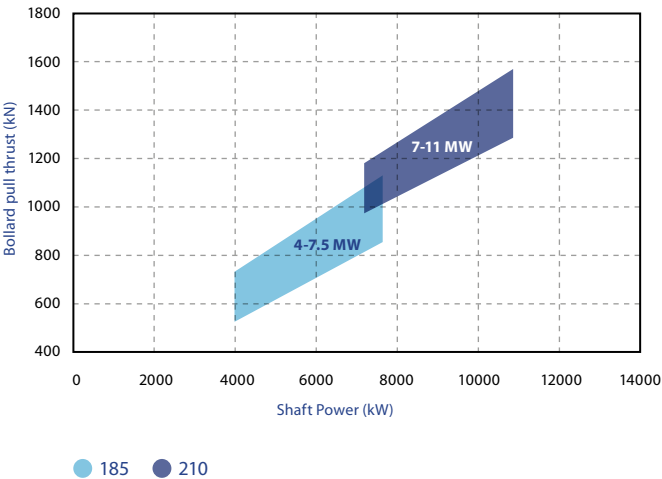
Mermaid™ PUSH

The Mermaid pushing pods are designed for low speed, high load and high bollard pull applications. Fitted with a hydrodynamically optimised nozzle for maximum efficiency, they enable offshore operators to utilise the full benefits of space saving electrical pod propulsion.



Key features:

- Power range 4 to 11MW
- Induction or Synchronous motor
- Excellent performance for applications requiring high thrust and reliability
- Underwater mountable option for most hull designs
- Choice of fixed pitch monobloc or bolted propeller



Technical data

Pod size	Bollard pull (MW)	Shaft speed (rpm)	Weight (t)	Prop. dia (m)	Bollard pull thrust (kN)	Speed (knots)
185	4 - 8	110 - 180	70 - 125	2.7 - 4.1	750 - 1150	Up to 16
210	7 - 11	105 - 150	110 - 170	3.6 - 4.8	1200 - 1550	

All data subject to change without prior notice



Tunnel thrusters



The tunnel thruster is designed to provide side force to the ship to enhance manoeuvring capability in port or additional station keeping power when dynamic positioning. Versions specified should be matched to the vessel application. All are available with CP or FP propellers, and for ships requiring maximum passenger comfort, we have the 'Super Silent' range. A system normally consists of the thruster unit with tunnel, hydraulic equipment, remote control and electric drive motor with starter.



Tunnel thrusters

Users can select from eleven diameters and four different models, in each size designed to suit a specific application.

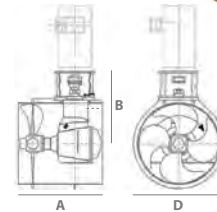
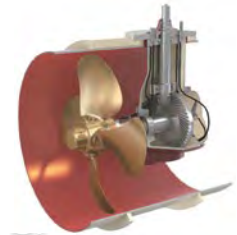
- **AUX:** Standard type for auxiliary use only
- **ICE:** High ice-class with stainless steel propeller blades
- **DPN:** Continuous DP service - shallower draught vessels
- **DPD:** Continuous DP service - deeper draught vessels

Units comprise standard tunnel, propeller unit, hydraulic system and remote control



Key features:

- Available with FP or CP propellers
- Skewed blades for efficiency/ low noise
- Heavy duty propeller for DP units
- Shaft seal pressure control with drain connection in DP thrusters
- Mechanical locked bearings in DP thrusters



Technical data

Main dimensions (mm)			Weight (kg)*		Motor input (rpm)	Propeller (rpm)	Tip speed (m/s)	Maximum Power (kW)					
D (Dia)	A (Length)	B (Shaft length)	AUX/ AUD	ICE/ DPN/ DPD				Electric motor			Diesel		
								AUX	ICE/DPN/ DPD	DPN/DPD	AUX	ICE/DPN/ DPD	DPN/DPD
1100	1370	867	1150	1150	1465 - 1775	465 - 556	27 - 32	330 - 390	300 - 350	300 - 350	290 - 340	260 - 310	260 - 310
FP*	1223	867	1150	1150									
1300	1540	1024	2000	2000	1470 - 1760	390 - 532	27 - 32	495 - 595	445 - 535	445 - 535	435 - 520	390 - 475	260 - 310
FP	1360	1024	2000	2000									
1650	1850	1332	3550	3700	1180 - 1770	312 - 416	27 - 36	750 - 950	700 - 780	700 - 810	650 - 760	600 - 685	650 - 710
FP	1572	1332	3440	3440									
1850	2000	1487	4600	4600	980 - 1480	250 - 374	24 - 36	900 - 1050	800 - 950	850 - 950	800 - 930	700 - 840	700 - 840
FP	1780	1487	4400	4400									
2000	2100	1620	6100	6400	980 - 1480	245 - 335	26 - 35	1030 - 1295	925 - 1165	1205 - 950	905 - 1140	815 - 1025	700 - 840
FP	1830	1620	5900	5900									
2200	2300	1805	8100	8500	980 - 1480	228 - 304	26 - 35	1240 - 1510	1115 - 1365	1180 - 1440	1090 - 1325	980 - 1190	1055 - 845
FP	1978	1805	7800	7800									
2400	2550	1940	10500	10900	980 - 1480	211 - 286	27 - 36	1580 - 1910	1420 - 1720	1420 - 1710	1390 - 1680	1250 - 1510	1245 - 1510
FP	2263	1940	10000	10000									
2650	2800	2143	14050	14300	880 - 1190	194 - 262	27 - 36	2150 - 2400	1935 - 2160	2205 - 1980	1892 - 2110	1700 - 2000	1935 - 1735
FP	2483	2143	13300	13300									
2800	2950	2253	16350	16500	880 - 980	199 - 222	27 - 33	2380 - 2650	2140 - 2385	2385 - 2140	2090 - 2330	1880 - 2095	2095 - 1880
FP	2617	2253	15500	15500									
3000	3200	2451	20450	20750	710 - 980	165 - 228	27 - 36	2510 - 3350	2260 - 2700	2260 - 2700	2210 - 2640	1990 - 2370	1990 - 2380
FP	2834	2451	19500	19500									
3300	3450	2710	27250	27500	710 - 880	149 - 212	27 - 37	3100 - 3700	2790 - 3300	2790 - 3330	2730 - 3250	2450 - 2930	2450 - 2930
FP	3069	2710	26300	26300									

* Fixed pitch propeller

**includes std tunnel, propeller unit,hydraulic system and remote control



Super Silent type

The Super Silent (SS) tunnel thruster has a modified hydraulic power pack for low noise. It has double walls through the full tunnel length and a flexibly mounted inner tunnel.

Key features:

- Reduced tip speed
- Noise reduction of up to 10 dB compared to standard design
- Reduction of up to 25 dB can be reached in combination with floating floors and other measures by shipbuilder



Technical data

Thruster type	Dia. (mm)	Motor (rpm)	Propeller output (rpm)	Max power (kW)
TT1850 SS	1850	1180	290	800
TT2000 SS	2000	1180	245	925
TT2200 SS	2200	1180	276	1355
TT2200 SS	2200	1180	243	1050
TT2400 SS	2400	1180	257	1720
TT2400 SS	2400	1180	228	1350

All data subject to change without prior notice

Permanent magnet

The Permanent magnet tunnel thruster (TT-PM) is the latest tunnel thruster design from Rolls-Royce and has been engineered with reliability and through life costs as the focus. Using permanent magnet motor technology increases efficiency and makes the installation more compact, only the variable frequency drive unit is housed in the thruster room, freeing up space on board. It also simplifies maintenance as the patented mount means units can be removed and replaced without drydocking. PM thrusters are currently available in two sizes with powers of 1,000 and 1,600 kW. These thrusters have been developed for the most demanding applications such as DP.



Key features:

- Efficient and space saving PM technology
- Fast response times to full power
- Rugged design with high reliability
- Equal thrust in both directions
- Patented resilient mounting system reduces noise and vibration, simplifies tunnel fabrication and removal/installation
- Oil filled stator for superior cooling and protection
- Robust centre shaft carries all propeller loads



TT-PM thrusters are resiliently mounted in the tunnel to minimise noise and vibration. Installation and removal can be carried out without drydocking the vessel.

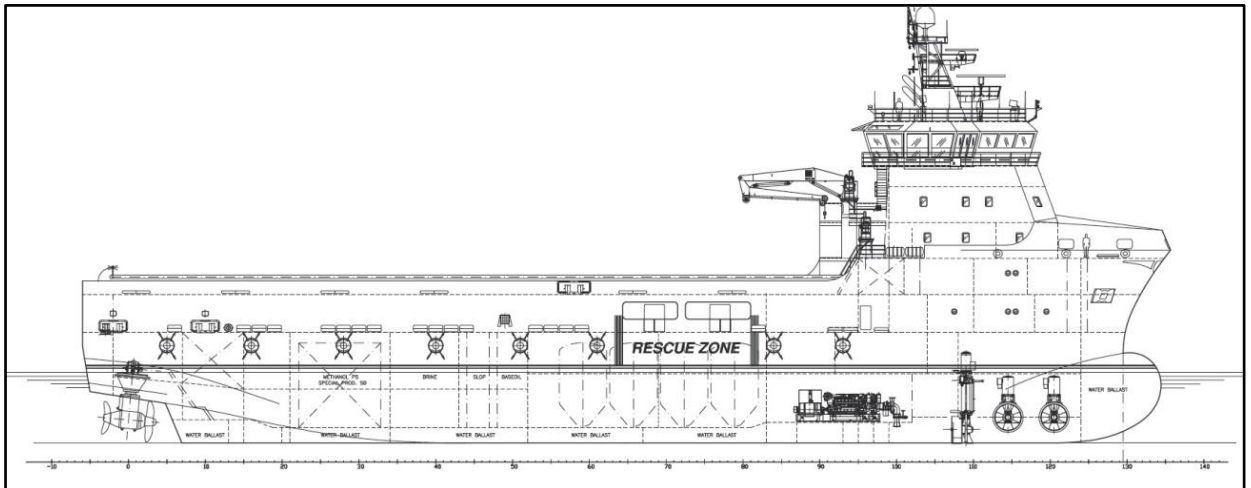
Technical data

Thruster type	Dimensions (mm)		Weight (kg)			Performance			Hull mount
	Prop. Dia	Tunnel Dia	Thruster Dia	Connection & mounts	Total dry weight	Power MCR (kW)	Max thrust (kN)	Prop. type	
TT PM 1600	1600	2180	7250	1957	11730	1000	146	Mono FP	8 x rubber bushings
TT PM 2000	2000	2600	12217	2540	18318	1600	229	Mono FP	8 x rubber bushings

All data subject to change without prior notice

Proyecto final de grado
Grado en ingeniería de propulsión y servicios del
buque 2015-2016

Buque de suministro a plataformas de
5000 TPM



Cuaderno 7

Diego Rodríguez Gosende



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO: 16-09 P

TIPO DE BUQUE : Buque de suministro a plataformas PSV (Platform Supply vessel)

CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : Det Norske Veritas, Solas, Marpol, Reglamentación estándar

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 5000 TPM, carga mixta para suministro a plataformas (líquidos de perforación, cemento, agua potable, etc), 1050 m² de espacio de carga en cubierta, lucha contra contaminación, Rescate Stand by.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA : 12 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía para 62 días de marcha.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : Bombas para realizar la operación de C/D en 10 horas, dos grúas de carga de 5t. Medios de limpieza de tanques.

PROPULSIÓN : Diesel eléctrica con DP2.

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 30 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES : Los habituales en este tipo de buques. Sistema de cálculo de las condiciones de carga.

Ferrol, Febrero de 2.016

ALUMNO : D. Diego Rodríguez Gosende

Índice

7.1 Introducción.....	4
7.2 Espacios de carga.....	5
7.3 Espacios de trabajo.....	9
7.4 Fonda y hotel.....	10
7.5 Habitación.....	11
7.6 Puente y entrepuente.....	12

Anexo I: Planos de la disposición.

7.1 Introducción:

En este Cuaderno justificamos y planteamos la disposición general del buque.

Ante la particularidad de la disposición en este tipo de buques, Nos valdremos del ejemplo que ofrece el Havila Commander así como todos los elementos que se repiten de forma típica en los buques que conforman nuestra base de datos.

Los Platform Supply Vessel son buques con un cierto número de particularidades. La primera de ellas su no adherencia a los reglamentos pertinentes a buques que transportan a más de doce pasajeros a pesar de hacer tal cosa.

Según la MSC 266, relativa a la seguridad en buques dedicados a fines especiales, los pasajeros que transporta el buque no participan en la operación y mantenimiento del buque, pero forman parte del propósito de la nave. Dado que es personal técnico que forma el relevo a las plataformas, no son considerados pasajeros a efectos de la normativa de seguridad.

Los buques PSV se distinguen por una alta segregación de su capacidad de carga. Podría decirse que las capacidades y proporción de productos/pasajeros/espacio de carga es específica de las necesidades concretas del armador, y por tanto tienden a ser bastante diferentes uno de otro. Una cosa que todos tienen en común es la diversificación de la carga en varios tanques modulares dentro de un espacio de carga cerrado bajo cubierto, comunicado al exterior por un manifold. Por tanto

También tienen la necesidad de una cubierta amplia, abierta y protegida por altos mamparos donde alojar y asegurar piezas y maquinaria que la plataforma solicite mediante grúas.

Dados los requisitos operativos de una operación de apoyo Offshore, es muy raro encontrarse a un buque PSV que no adopte una planta propulsora Diesel eléctrica. A nivel de disposición, este tipo de planta libera al buque de la necesidad de un eje, y por tanto existe una cierta libertad para ubicar la cámara de máquinas. Por razones de estabilidad y comportamiento, tiende a ubicarse bajo la superestructura, a proa de la

zona central dedicada a carga. Esto resulta conveniente a la hora de ubicar los accesos, ya que así solo puede accederse a la cámara de maquinas a través de la superestructura. De todas formas, existirá una escotilla estanca que comunique con la cubierta para permitir el izado y movimiento de equipos en caso de avería o sustitución.

La necesidad de un sistema de posicionamiento dinámico condiciona ciertos aspectos del buque, como una alta visibilidad del puente. Para asegurarnos en este punto, elevamos el puente con una cubierta adicional, cuyo espacio aprovecharemos para alojar la instrumentación.

Otro aspecto es la implementación de tanques anti rolling que suavicen la operación del sistema D.P.

La tripulación, y en este sentido también el relevo que porta, posee un cierto nivel de formación y conocimientos específicos para llevar a cabo sus labores. Esto, unido con largos turnos y temporadas de trabajo a bordo, implica la necesidad de un cierto nivel de confort en la habilitación.

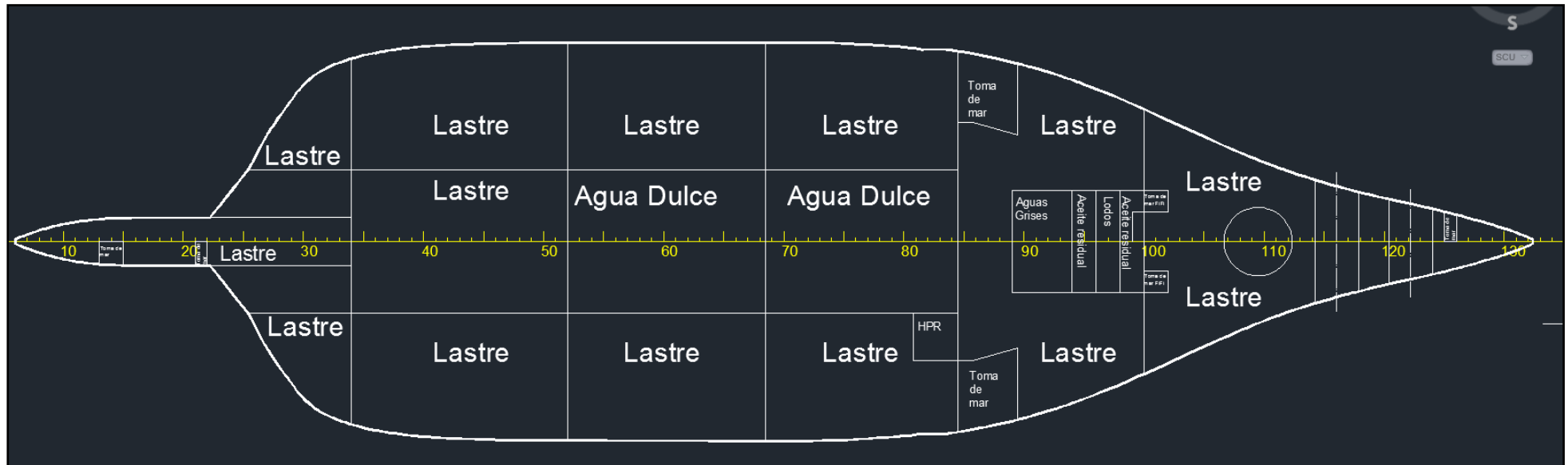
Omitiremos la exposición de los espacios de maquinas, por tratarse estos en el cuaderno 10.

L [m]	82,6
B [m]	19,8
T [m]	6,68
D [m]	8,25
Fn	0,217
Cb	0,740
Cp	0,770
Cm	0,960
Cf	0,823
Xcc[m]	43,19

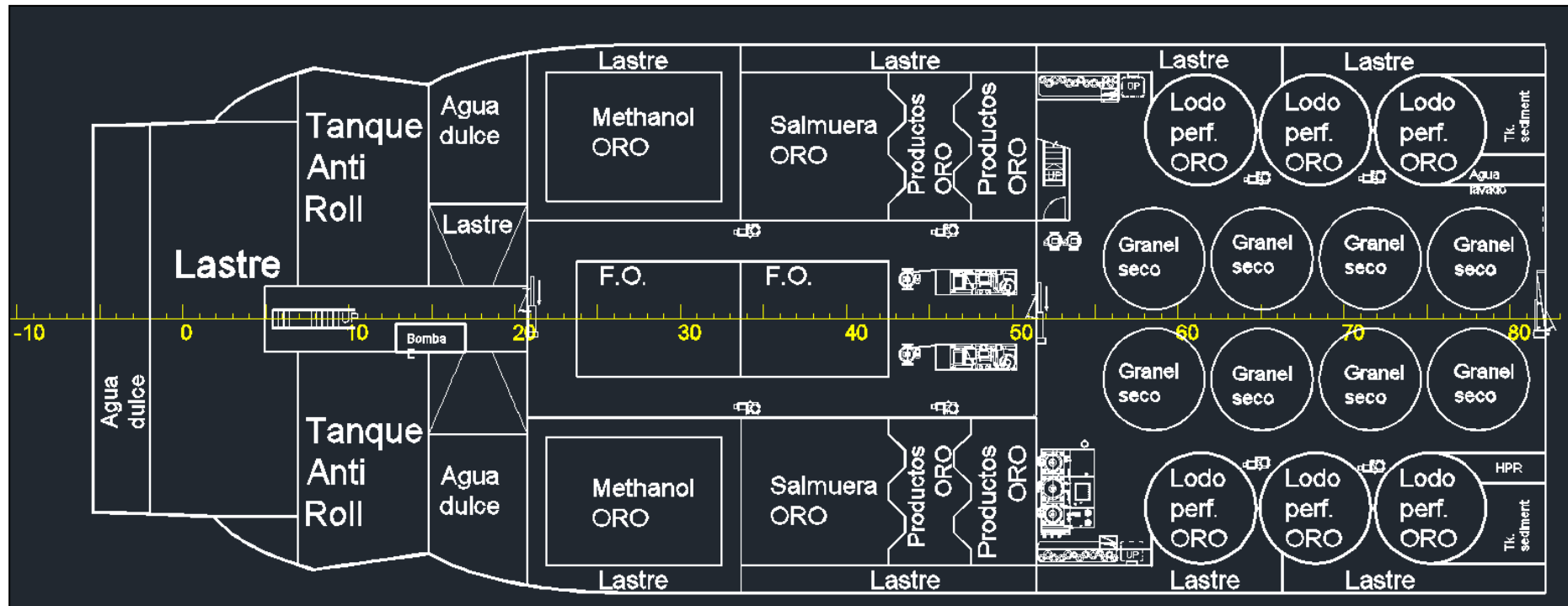
7.2 Espacios de carga:

Típicamente, en un buque de apoyo a plataformas, los tanques de lastre ayudan a la carga útil pudiendo portar agua de perforación en lugar de agua marina.

Basándonos en la disposición del Havila Commander, el doble fondo queda como:



Mientras que la zona de carga, que ocupa desde el techo de doble fondo hasta la cubierta de intemperie:



Una de las exigencias de nuestras RPA's es un espacio de 1050 m² en cubierta. Tras medir nuestra cubierta, esta cumple el requisito con 1066m².

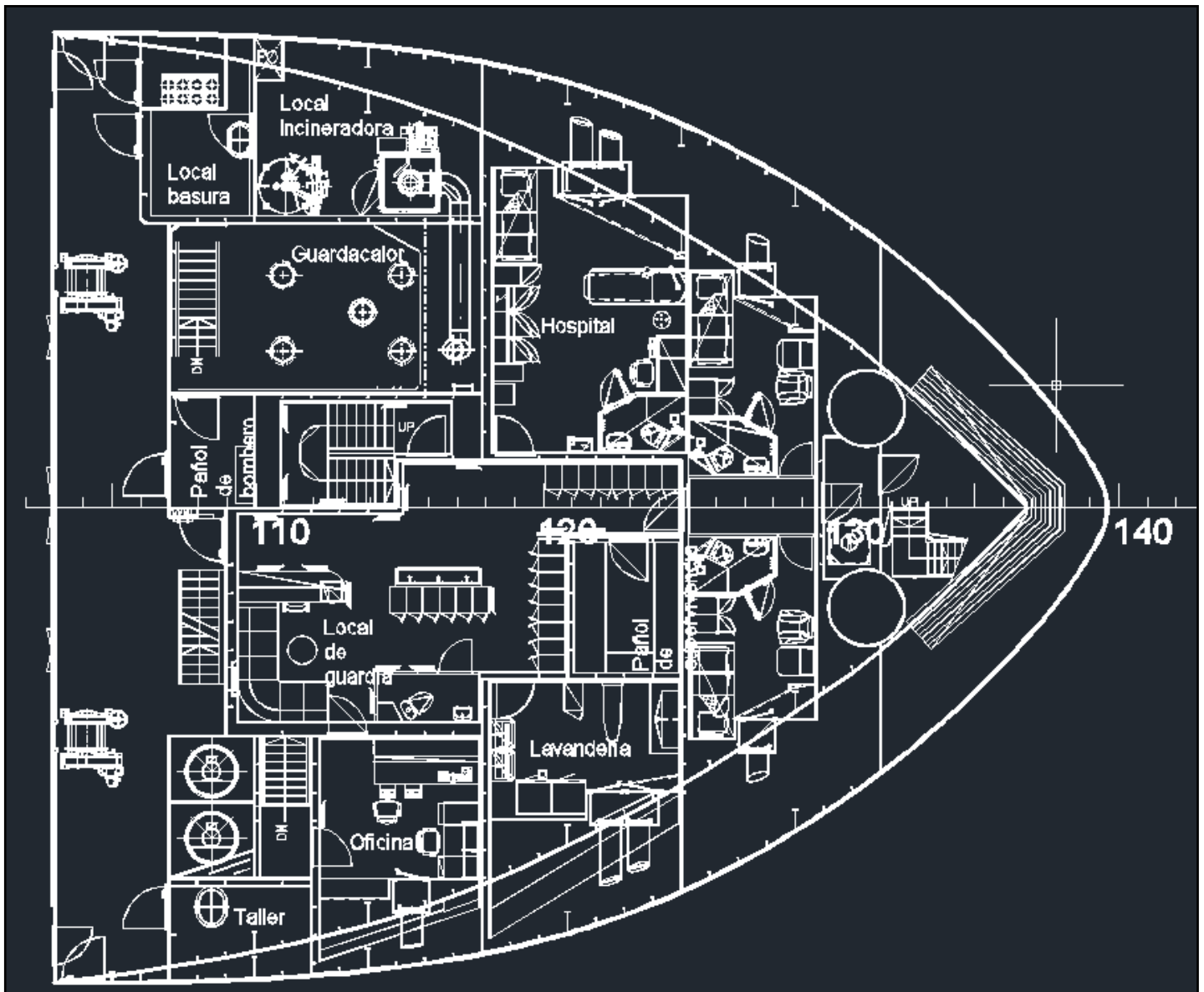


Los manifolds de carga están ubicados a media eslora, protegidos por los mamparos del costado de aproximadamente 4,8 metros sobre cubierta. A popa, estos mamparos albergan un local para la maquinaria de amarre.

7.3 Espacios de trabajo:

Al mismo nivel que la cubierta de carga, dentro de la superestructura, situamos los espacios de trabajo de la tripulación. Estos incluirán el local de la basura, el local de la incineradora, un pequeño local para la ventilación, el pañol de bombero y el pañol de contramaestre.

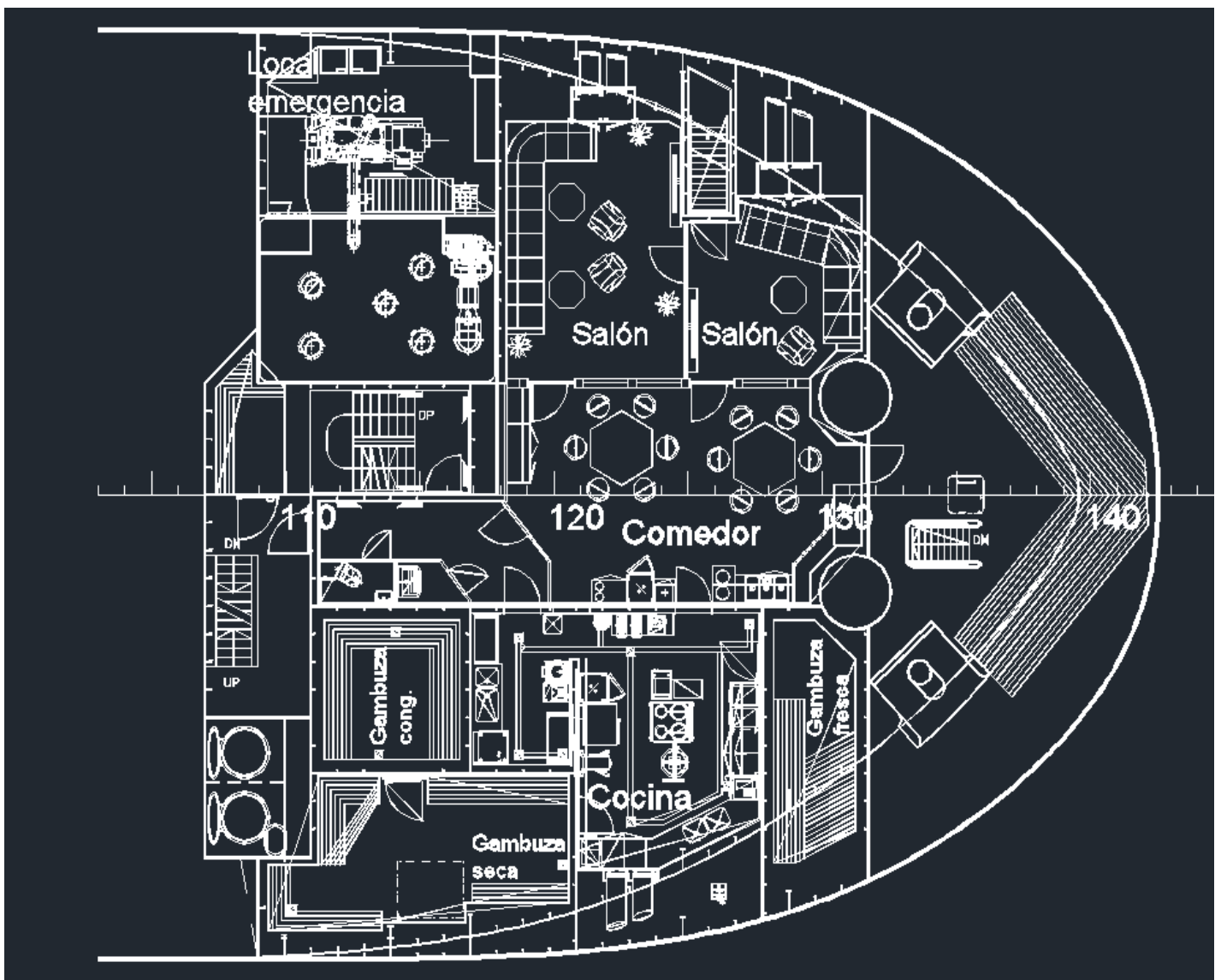
Ubicaremos aquí el local de guardia para la tripulación en servicio. Anexados a este local estará el hospital, el pañol de supervivencia, la lavandería, un taller y la oficina. En esta cubierta se ubicaran dos camarotes dobles. Según la normativa del convenio sobre alojamiento de tripulación, la superficie de un camarote doble para tripulación no oficial no será menor a $7,5 \text{ m}^2$.



7.4 Fonda y hotel:

Aparte de la necesaria cocina y gambuzas fresca, refrigerada y congelada, tendremos un comedor y dos salones. Ubicaremos estos espacios en la cubierta inmediatamente superior a la de trabajo, y será esta cubierta la que tenga los principales accesos al exterior. Dadas las necesidades de confort y entretenimiento para la tripulación en un buque PSV, dichos salones contarán con televisión por satélite, reproductores DVD, radio y otras comodidades similares.

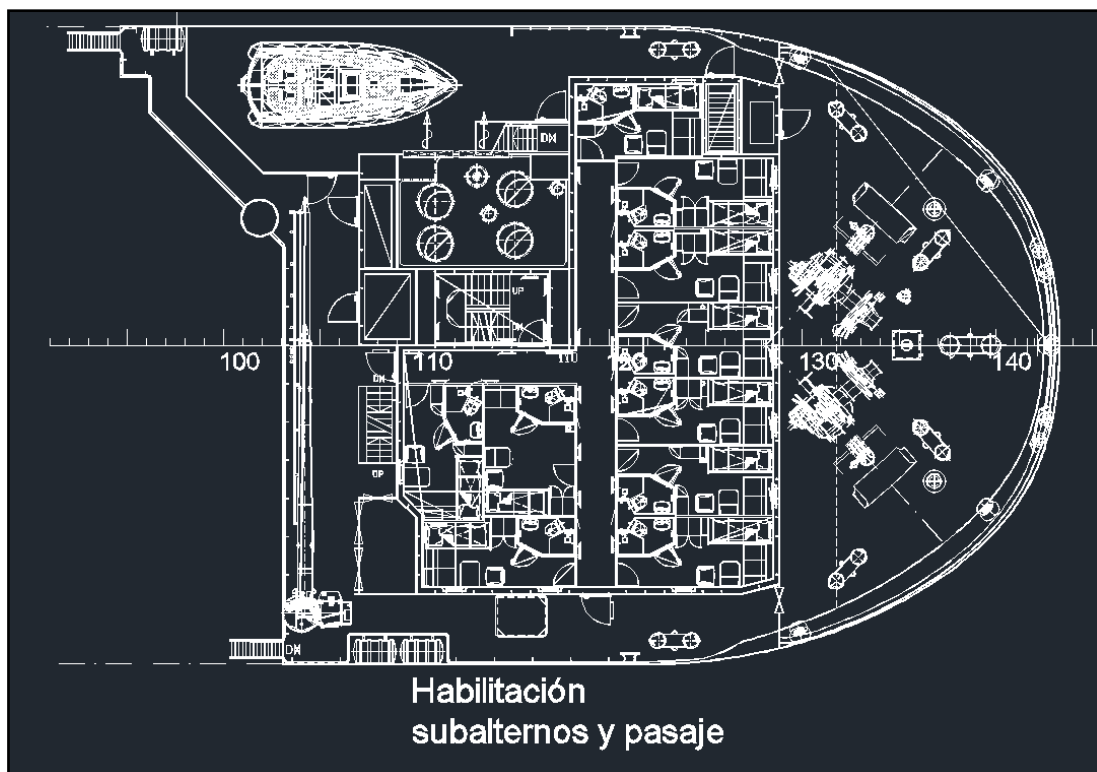
En esta cubierta colocaremos el local que aloja el generador de emergencia.

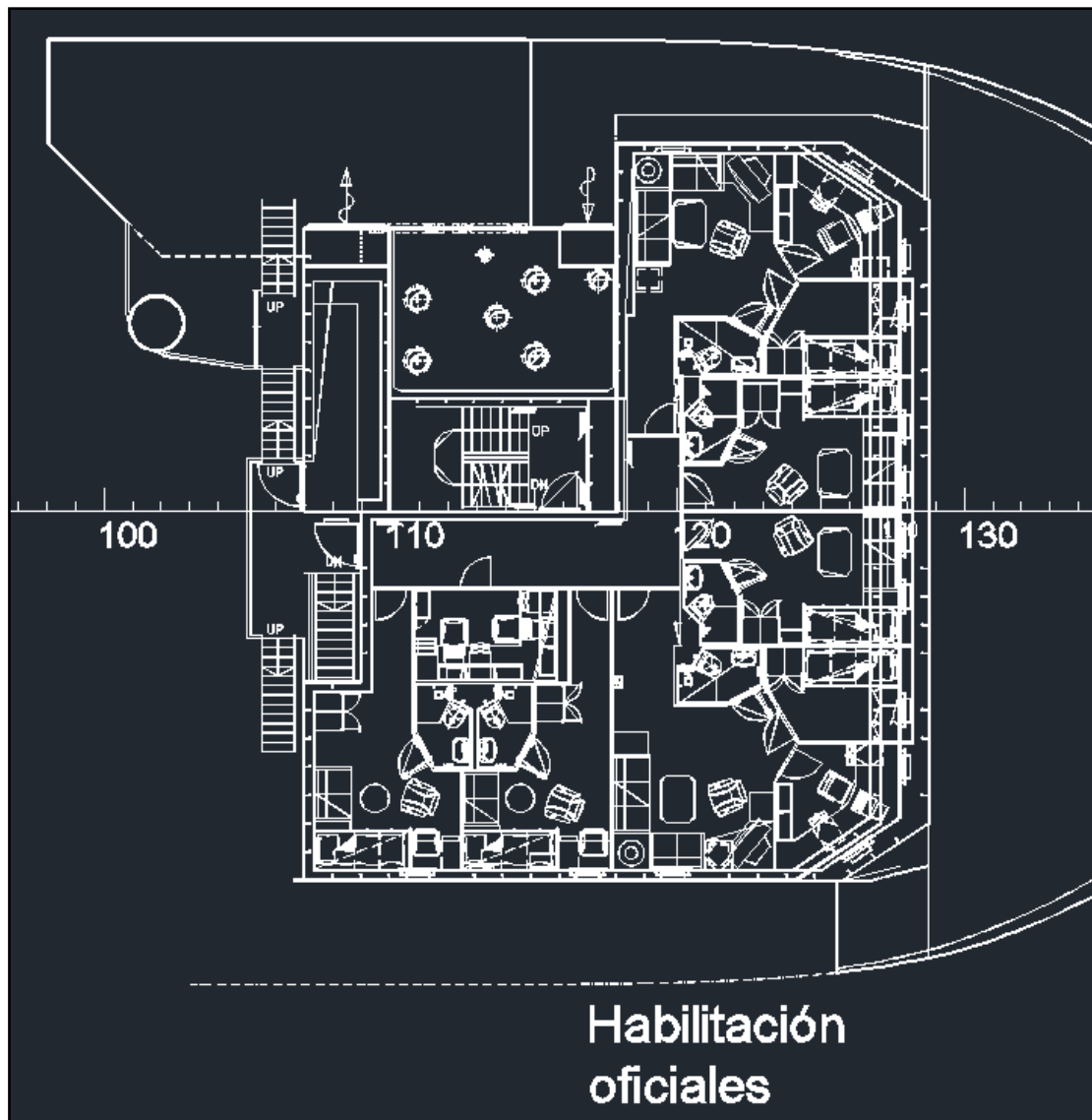


7.5 Habitación:

Según establecen las normas del convenio sobre alojamiento de tripulación, el espacio requerido en un camarote doble para subalternos es de $7,5 \text{ m}^2$, mientras que el espacio requerido para un camarote oficial individual es de $8,5 \text{ m}^2$. A fin de alojar a la tripulación y relevo en el buque, la mayoría de camarotes destinados a subalternos serán dobles, y habrá dos camarotes dobles dispuestos a oficiales de relevo de 12 m^2 . Los camarotes de capitán y jefe de maquinas, contando sus despachos propios, tendrán 29 m^2 y 26 m^2 respectivamente. En la cubierta dedicada a oficiales, existirá una oficina propia. Todas las camas estarán orientadas en sentido longitudinal.

Las dos grúas instaladas estarán instaladas una a cada altura, la más alta la de estribor, aprovechando la cubierta exterior donde se instala el pescante del bote de rescate.

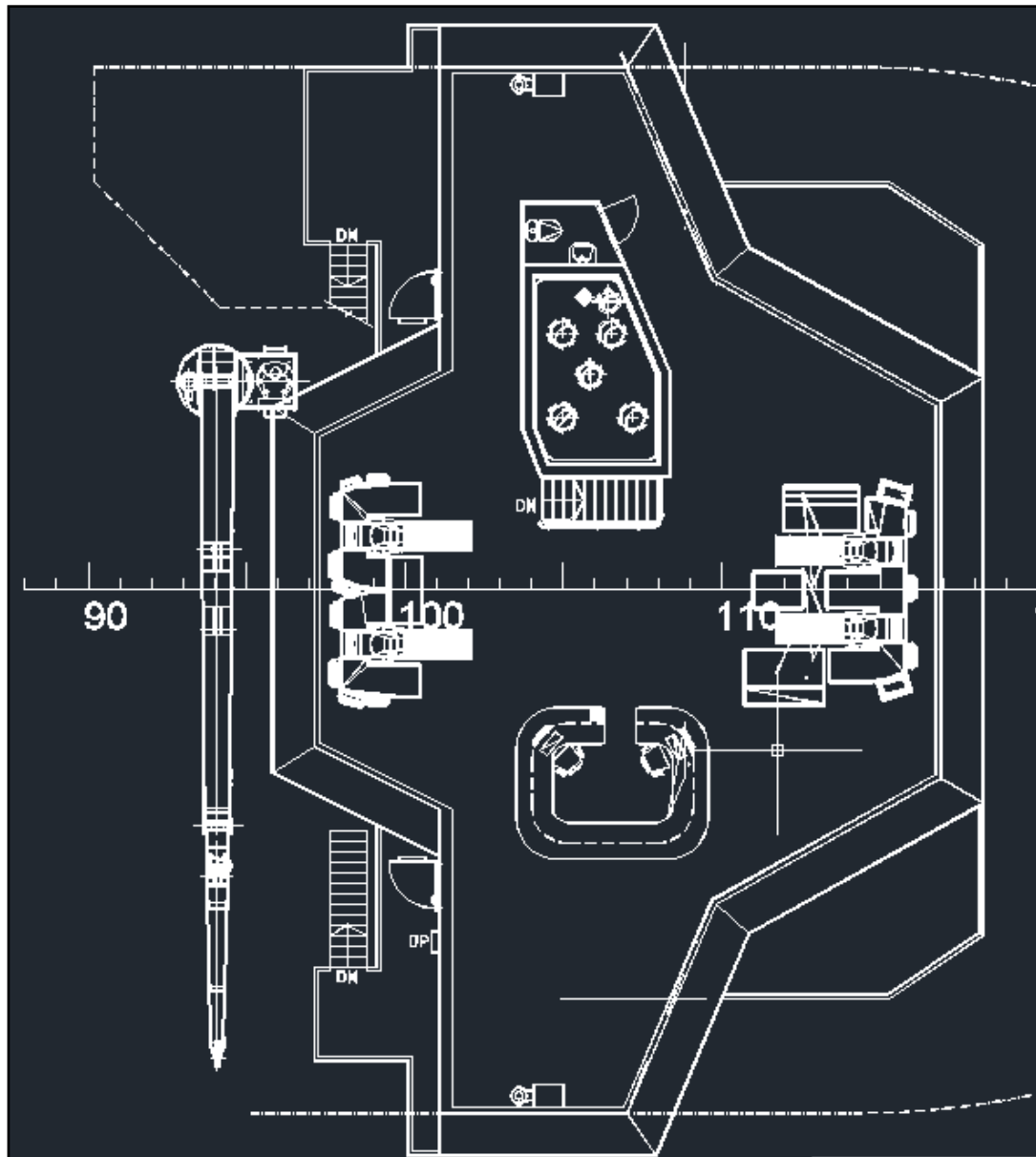




7.6 Puente y entrepuente:

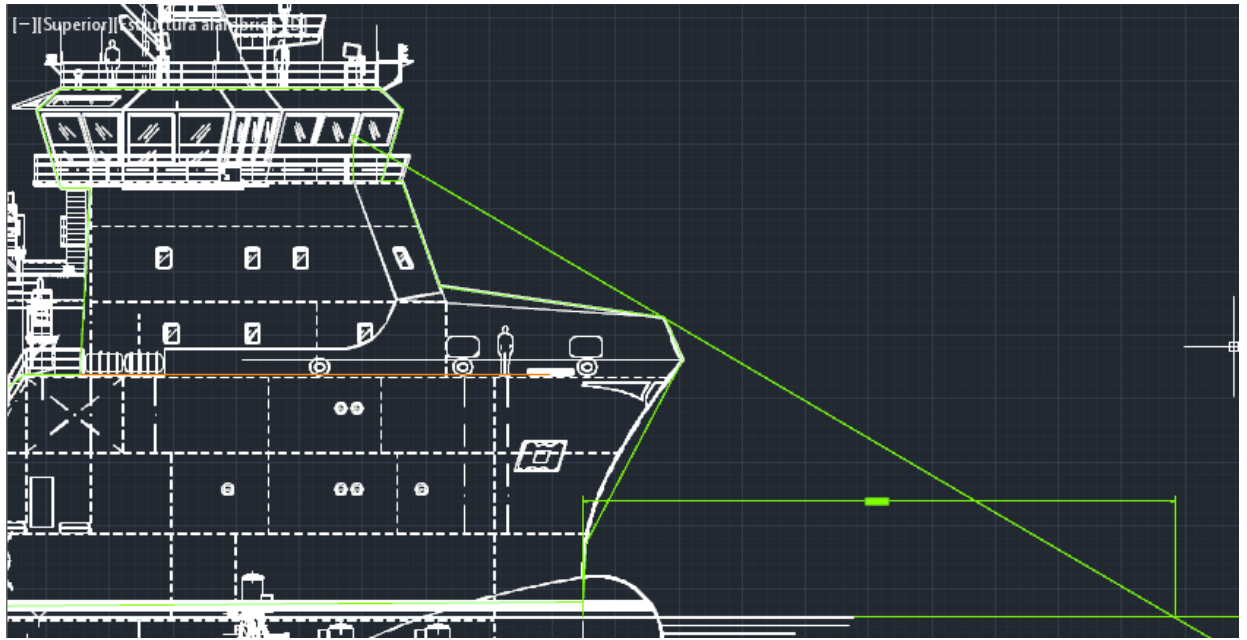
Para mejorar la visibilidad del puente, se dispone de una cubierta intermedia de tres metros entre la cubierta de habitación de oficiales y el puente de gobierno. Este espacio puede ser utilizado para alojar la instrumentación de navegación así como cualquier uso que el armador considere oportuno.

Dada la redundancia y requisitos del D.P.2, el puente contará con una alta visibilidad y varios puestos de control redundantes, algunos orientados a popa. También contará con el control de la operación de las lanzas FiFi.



Siguiendo la indicación del SOLAS, cap. V regla 22 sobre visibilidad:

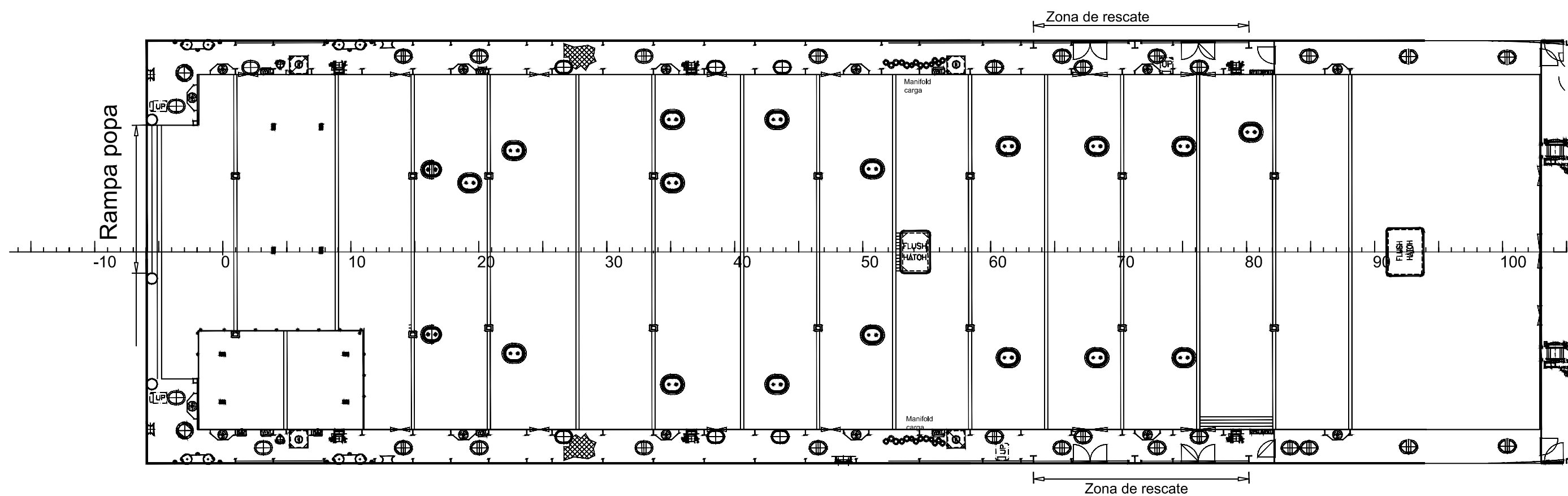
La vista de la superficie del mar desde el puesto de órdenes de maniobra no deberá quedar oculta en más del doble de la eslora, o de 500 m si esta longitud es menor, a proa de las amuras y a 10° a cada banda en todas las condiciones de calado, asiento y cubertada.



Tras medir nuestra vista oculta para una persona de altura media 1,8 m, comprobamos que, para nuestro requerimiento de 185 metros máximo de ocultación, se cumple sin problemas con una zona oculta de 24 metros.

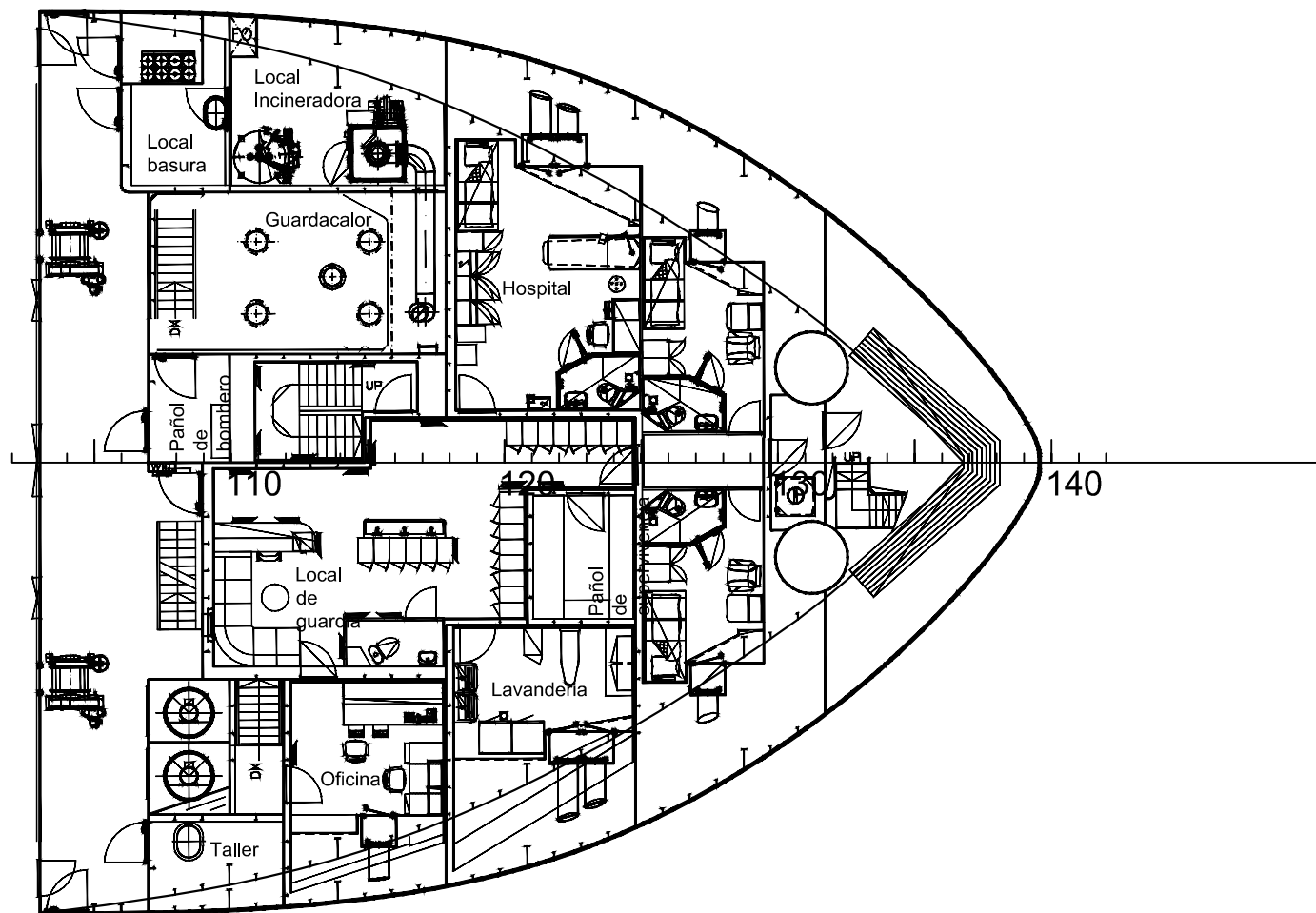
Dado que las grúas están ubicadas a una altura menor que el puente de gobierno, no tenemos elementos que estorben la visibilidad periférica o causen ángulos ciegos.

Anexo 1: Planos

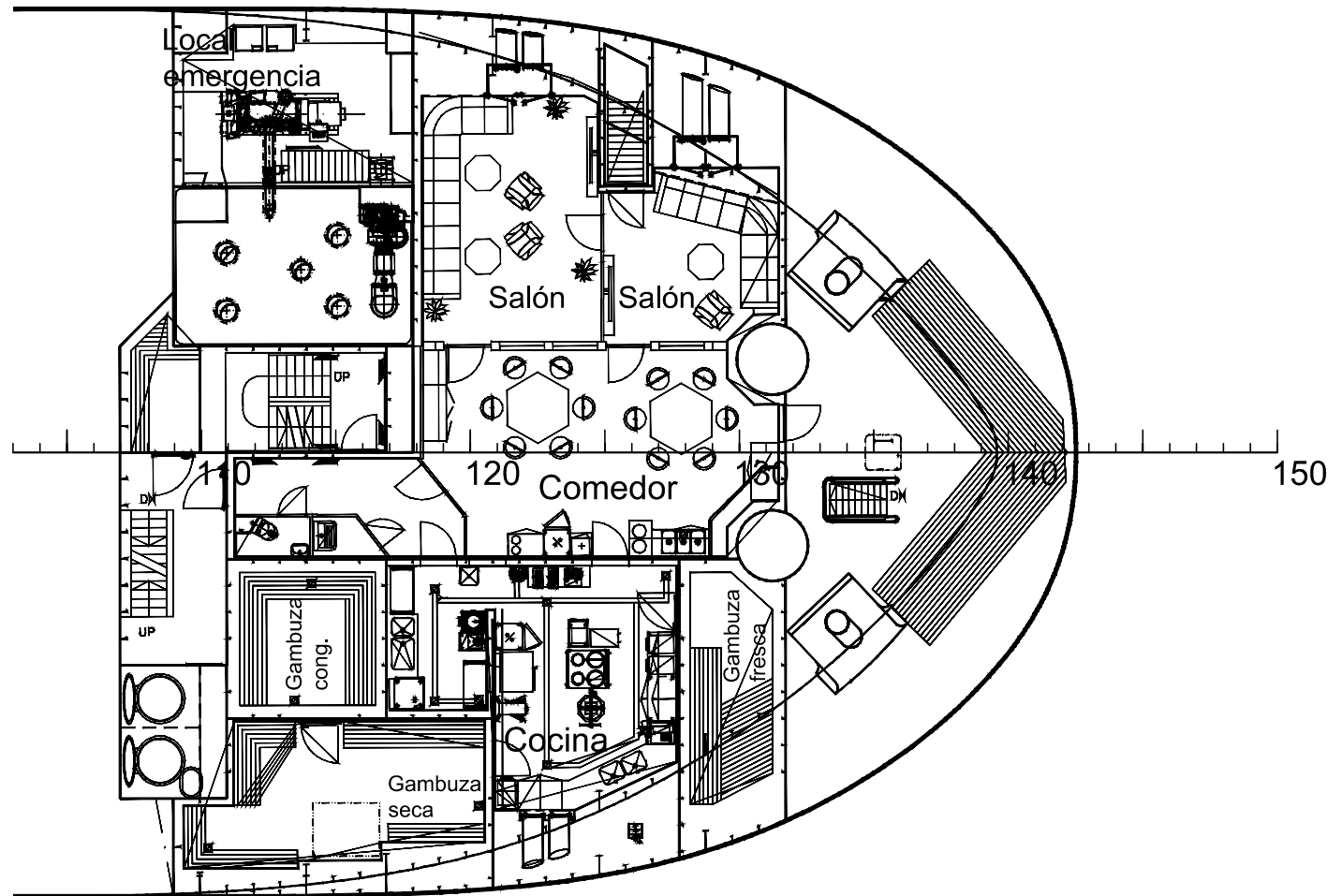


Área cubierta 1066 m2

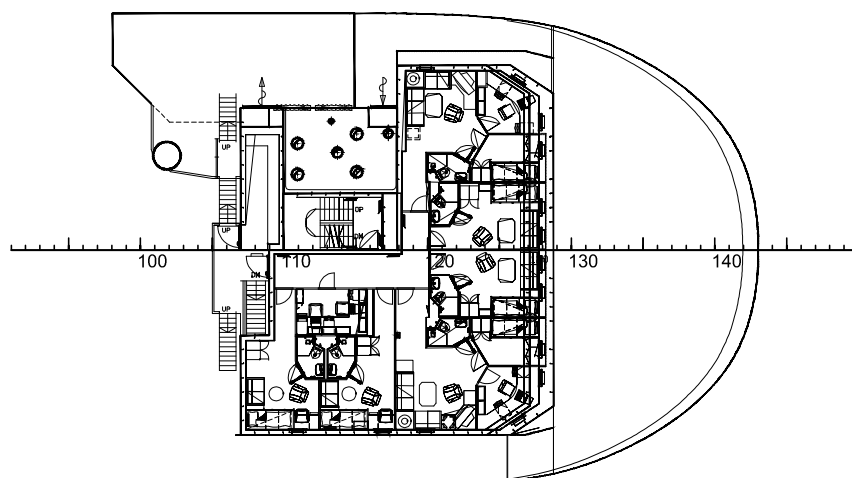
Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición cubierta de carga		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 7.2	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 7	Escala 1:200



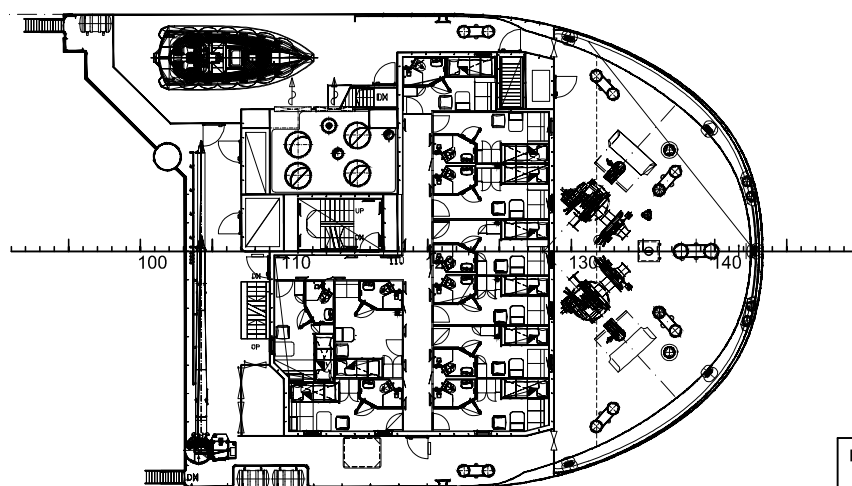
Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición cubierta 1, zona de trabajo		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 7.2	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende	Cuaderno 7	Escala 1:100	



Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición cubierta A, fonda y hotel		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 7.3	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende	Cuaderno 7	Escala 1:100	

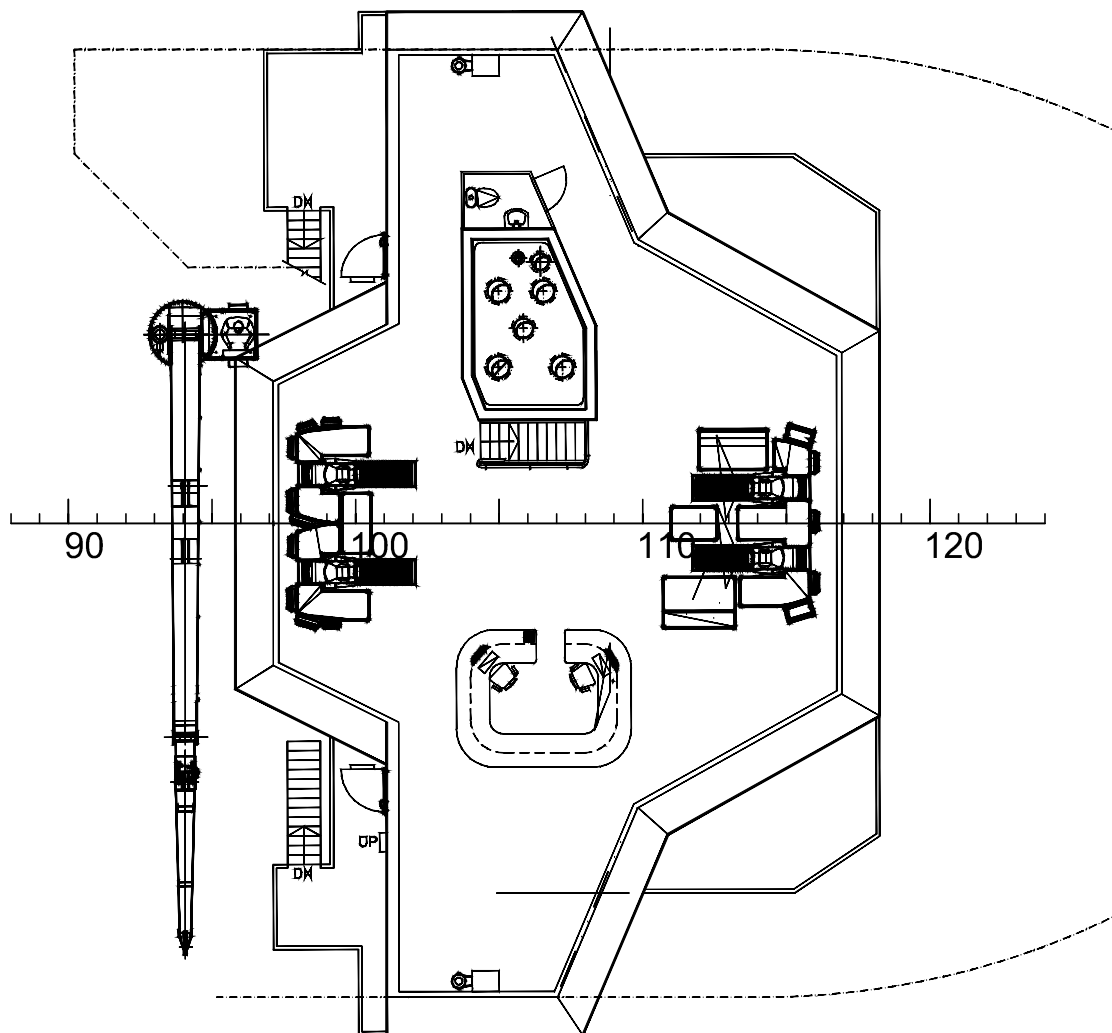


Habitación
oficiales

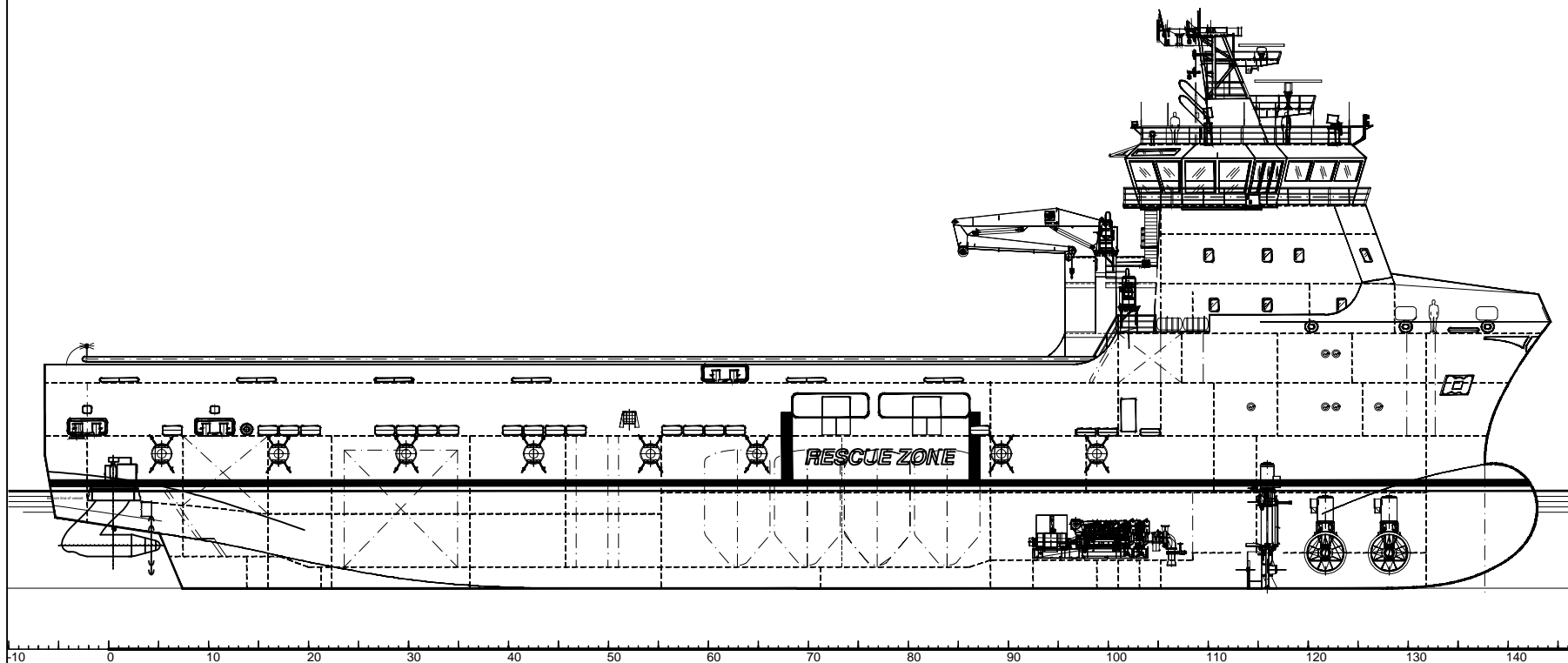


Habitación
subalternos y pasaje

Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición cubiertas habitación		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 7.5	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende	Cuaderno 7	Escala 1:200	



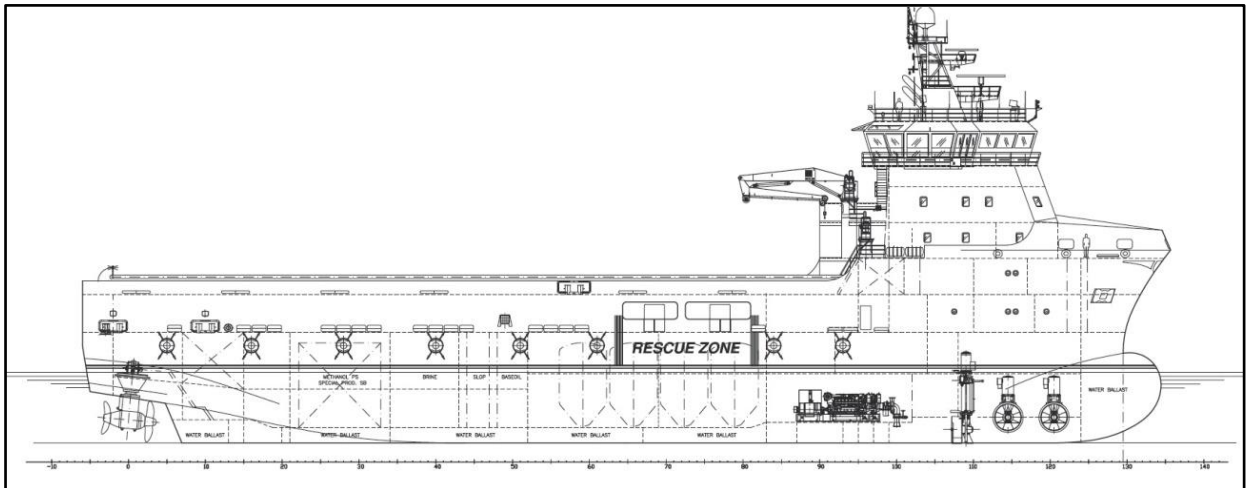
Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición Puente		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 7.6	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende	Cuaderno 7	Escala 1:100	



Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición longitudinal		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 7.7	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 7	Escala 1:250

Proyecto final de grado
Grado en ingeniería de propulsión y servicios del
buque 2015-2016

Buque de suministro a plataformas de
5000 TPM



Cuaderno 10

Diego Rodríguez Gosende

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA****GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE***CURSO 2.015-2016***PROYECTO NÚMERO: 16-09 P****TIPO DE BUQUE :** Buque de suministro a plataformas PSV (Platform Supply vessel)**CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN :** Det Norske Veritas, Solas, Marpol, Reglamentación estándar**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 5000 TPM, carga mixta para suministro a plataformas (líquidos de perforación, cemento, agua potable, etc), 1050 m² de espacio de carga en cubierta, lucha contra contaminación, Rescate Stand by.**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA :** 12 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía para 62 días de marcha.**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA :** Bombas para realizar la operación de C/D en 10 horas, dos grúas de carga de 5t. Medios de limpieza de tanques.**PROPULSIÓN :** Diesel eléctrica con DP2.**TRIPULACIÓN Y PASAJE :** 30 personas.**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES :** Los habituales en este tipo de buques. Sistema de cálculo de las condiciones de carga.

Ferrol, Febrero de 2.016

ALUMNO : D. Diego Rodríguez Gosende

Índice

10.1 Introducción.....	4
10.2 Especificaciones técnicas generales.....	5
10.3 Confirmación del consumo y la autonomía.....	14
10.4 Cálculo de los sistemas auxiliares.....	16
10.5 Ventilación en cámara de máquinas.....	25
10.6 Disposición de la cámara de máquinas.....	31
Bibliografía.....	35

Anexo I: Disposición del sistema de F.O. según el fabricante

Anexo II: Disposición del sistema de aceite según el fabricante

Anexo III: Disposición del sistema de refrigeración según el fabricante

Anexo IV: Plano de la disposición de la cámara de máquinas

10.1 Introducción:

En el presente cuaderno se definirá el equipo propulsor.

Dada nuestra configuración de planta diesel eléctrica, se ha considerado más eficiente definir primero los principales consumidores de los servicios contenidos en el cuaderno 12. Con este trabajo realizado, se ha realizado el balance eléctrico en el cuaderno 11 y seleccionado una planta generadora formada por cuatro grupos generadores Wärtsila 8L26.

El fabricante Wärtsila ofrece un enorme grado de información de su equipo, incluyendo descripción en detalle y manual de operación. Esta información será la principal fuente para la confección del cuaderno.

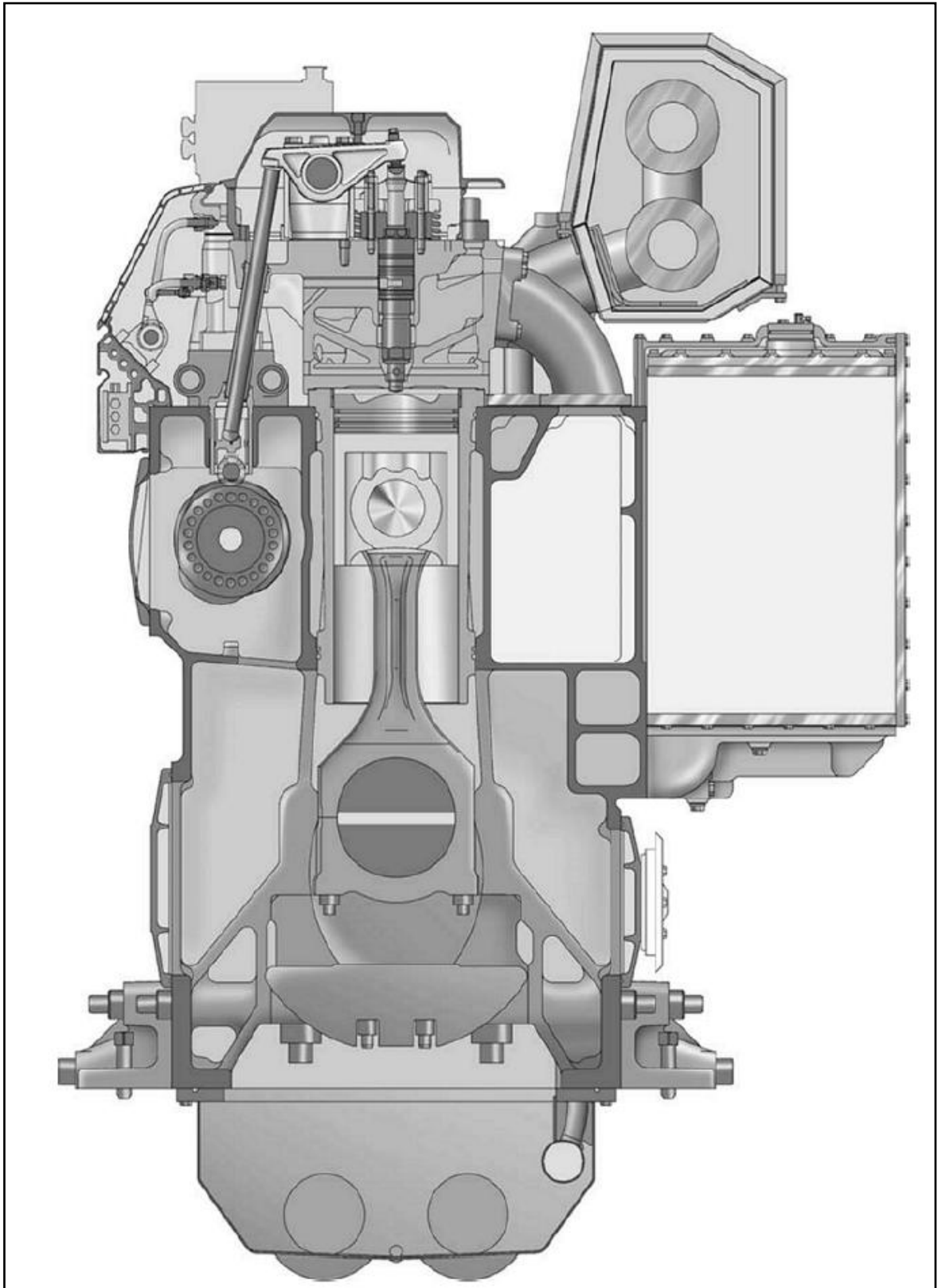
Se resumen las características principales del buque:

Las dimensiones principales del buque son:

L [m]	82,6
B [m]	19,8
T [m]	6,68
D [m]	8,25
Area Cub.[m²]	1133
Fn	0,217
Cb	0,740
Cp	0,770
Cm	0,960
Cf	0,823
Xcc[m]	43,19
Pot. Instal.[kW]	10800
Pot. Prop. [kW]	8160

10.2 Especificaciones técnicas generales:

A continuación se exponen un resumen de las características técnicas, extraídas de los documentos facilitados por Wärtsilä:



Nuestro motor es el de 8 cilindros en L de la serie 26

Diámetro del pistón	260 mm
Carrera	320 mm
Cilindrada	17 litros por pistón
Velocidad	1000 rpm
Velocidad de carrera del pistón	10,7 m/s
Válvulas	2 admisión, 2 escape

La presión media efectiva se calcula mediante:

$$P_e = \frac{P \times c \times 1.2 \times 10^9}{D^2 \times L \times n \times \pi}$$

Con P_e en bares, P en kW por cilindro, c el número de tiempos, D en milímetros, L en milímetros y n las rpm.

$$P_e = \frac{340 \text{ kW} \cdot 4 \cdot 1.2 \cdot 10^9}{260 \text{ mm}^2 \cdot 320 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ rpm} \cdot \pi} = 24 \text{ bar}$$

Los ángulos máximos de operación del motor son:

Max. inclination angles at which the engine will operate satisfactorily.

Transverse inclination, permanent (list) 15°

Transverse inclination, momentary (roll) 22.5°

Longitudinal inclination, permanent (trim) 5°

Longitudinal inclination, momentary (pitch) ... 7.5°

Larger angles are possible with special arrangements.

Las dimensiones del motor, sin el alternador son las siguientes

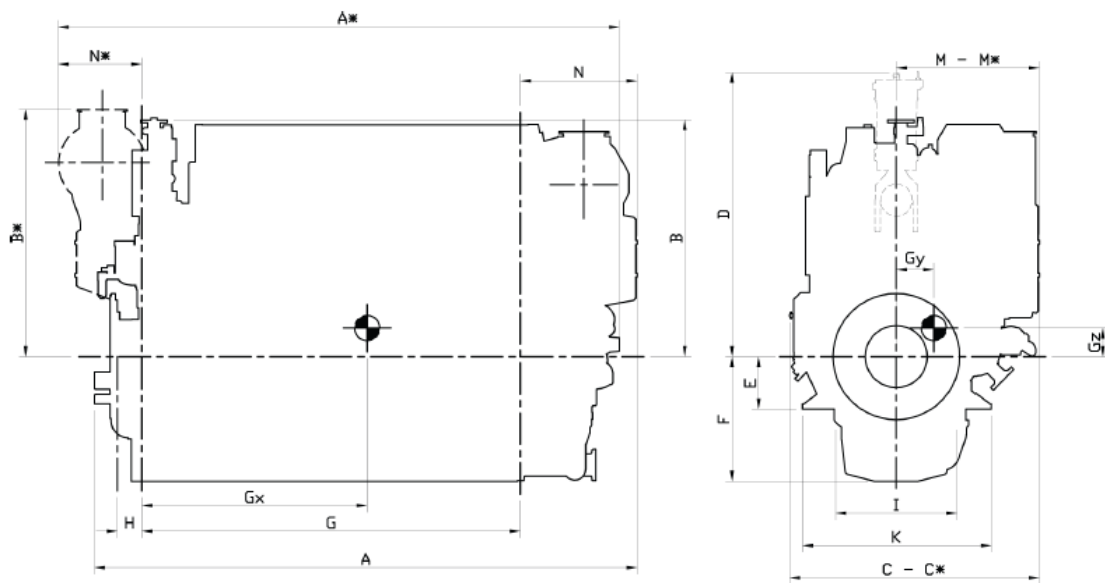


Fig 1.4.1.1 In-line engines (DAAE034755b)

Engine	A*	A	B*	B	C*	C	D	E	F _{wet}	F _{dry}	G
W 6L26	4387	4130	1882	1833	1960	2020	2430	400	950	818	2866
W 8L26	5302	5059	2023	1868	2010	2107	2430	400	950	818	3646
W 9L26	5691	5449	2023	1868	2016	2107	2430	400	950	818	4036

Engine	H	I	K	M*	M	N*	N	Weight	
								dry sump	wet sump
W 6L26	186	920	1420	1103	1171	669	904	17.0	17.2
W 8L26	186	920	1420	1167	1258	794	1054	21.6	21.9
W 9L26	186	920	1420	1167	1258	794	1054	23.3	23.6

Engine	Wet sump						Dry sump					
	Gx *	Gy *	Gz *	Gx	Gy	Gz	Gx *	Gy *	Gz *	Gx	Gy	Gz
W 6L26	1551	90	450	1300	90	450	1551	90	458	1300	90	458
W 8L26	2002	78	457	1704	78	457	2002	78	465	1704	78	465
W 9L26	2204	74	454	1921	74	454	2204	74	462	1921	74	462

* Turbocharger at flywheel end.

All dimensions in mm. Weight in metric tons with liquids (wet sump) but without flywheel.

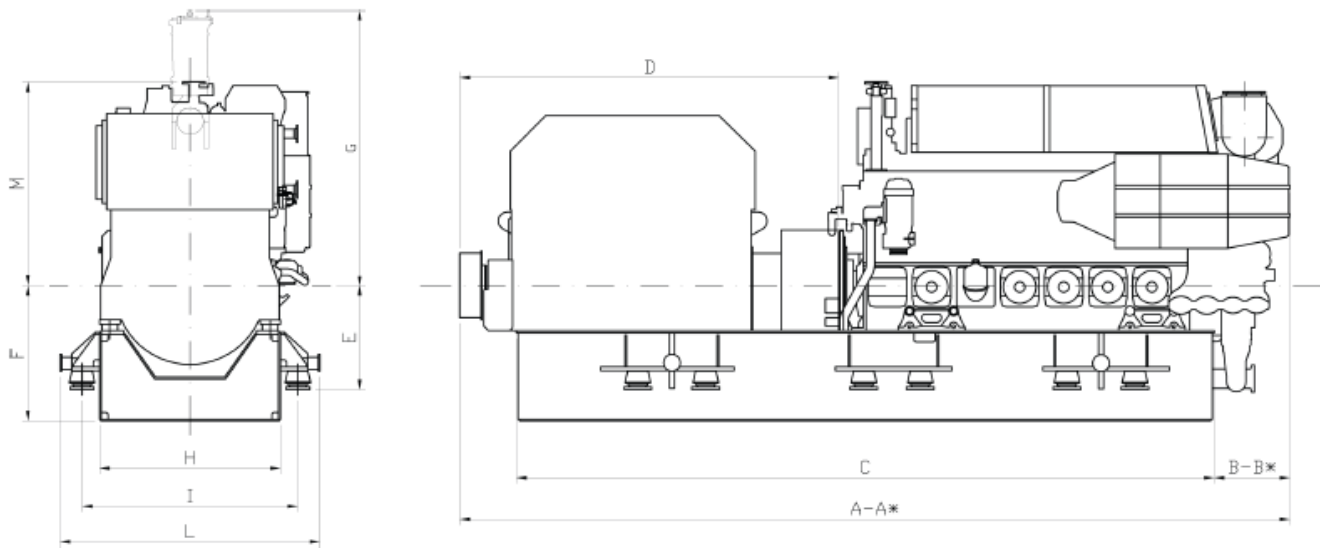


Fig 1.4.2.1 Generating sets (DAAE034758b)

Engine	A	A*	B	B*	C	D	E	F	G	H	I	L	M	Weight
W 6L26	7500	7500	835	702	6000	3200	921	1200	2430	1600	1910	2300	1833	35
W 8L26	8000	8000	835	702	7000	3300	921	1200	2430	1600	1910	2300	1868	45
W 9L26	8500	8500	835	702	7500	3400	921	1300	2430	1600	1910	2300	1868	50
W 12V26	8400	-	1263	-	6700	3600	981	1560	2765	2000	2310	2700	2126*	60
W 16V26	9700	-	1400	-	7730	4000	981	1560	2765	2000	2310	2700	2156*	70

* Turbocharger at flywheel end. ** TC inclination 30°

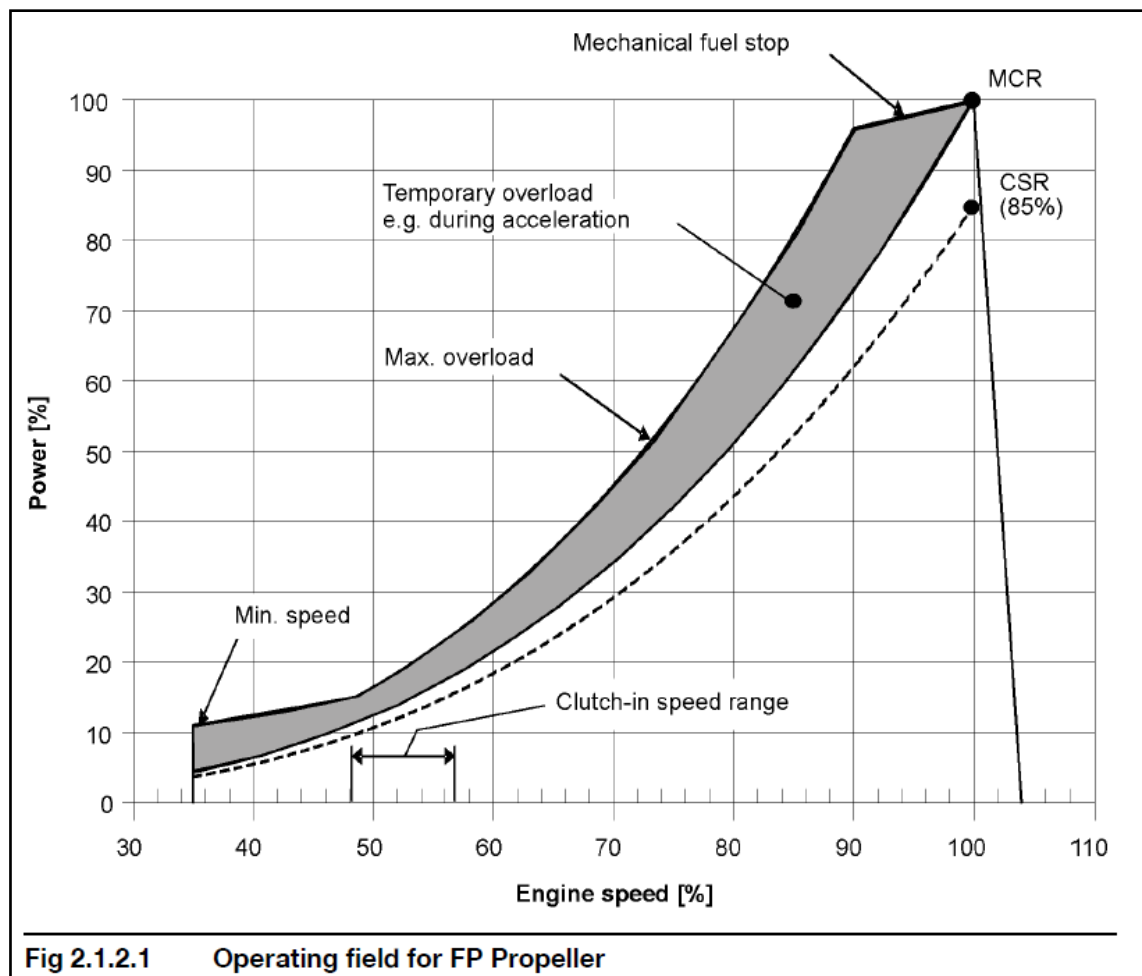
All dimensions in mm. Weight in metric tons with liquids (wet sump) but without flywheel.

NOTE

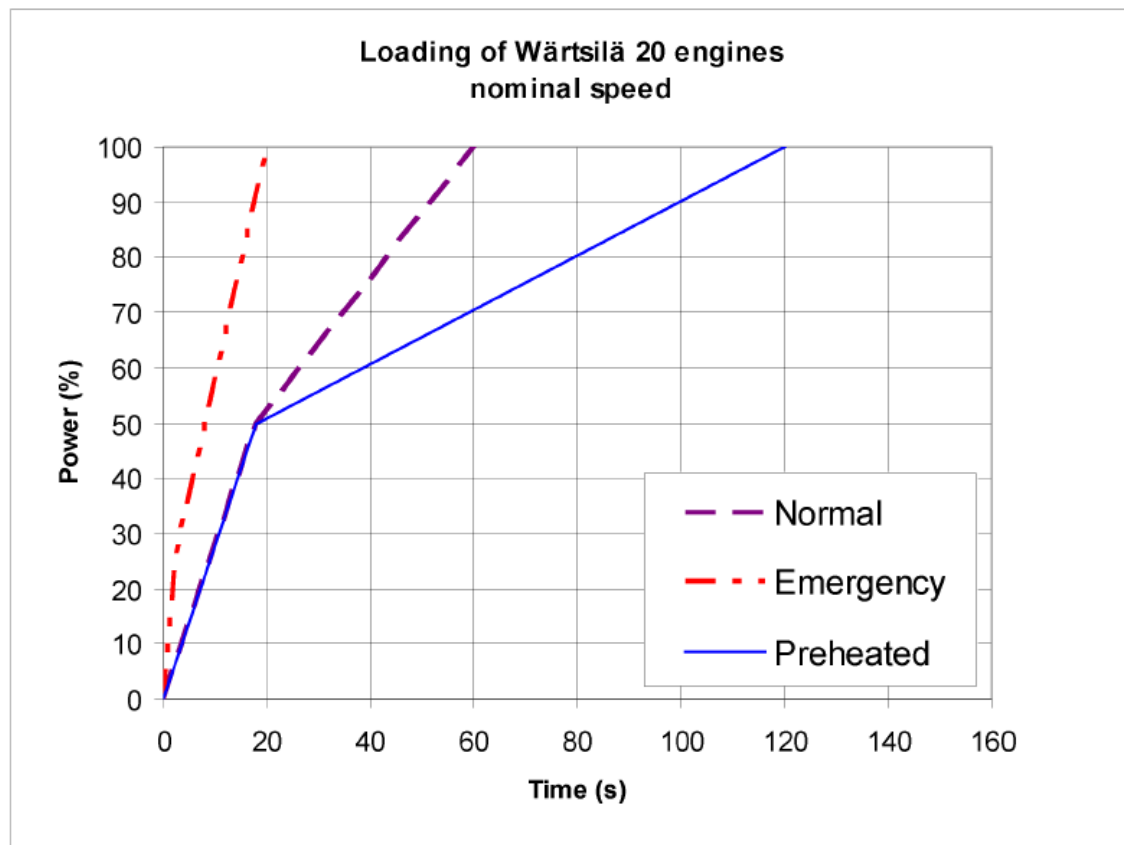


Generating set dimensions are for indication only, based on low voltage generators. Final generating set dimensions and weights depend on selection of generator and flexible coupling.

El campo de operación del motor para el uso de hélices de paso fijo con variación de las revoluciones



Junto con el incremento de carga recomendado a lo largo del tiempo:



Se menciona que en caso de posicionamiento dinámico, la variación de carga es similar a la de emergencia, pudiendo escalar de 0 a 100% entre 20 y 30 segundos.

Observamos que en condiciones normales, puede cumplirse el requerimiento de alcanzar la máxima potencia del alternador en un minuto. Sin embargo, el fabricante especifica que deberán tomarse medidas pertinentes para que un descenso brusco de potencia no cause problemas.

Otras características de los grupos auxiliares:

Wärtsilä 8L26		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
Cylinder output	kW/cyl	325	340	325	340
Engine speed	rpm	900	1000	900	1000
Engine output	kW	2600	2720	2600	2720
Mean effective pressure	MPa	2.55	2.4	2.55	2.4
Combustion air system (Note 1)					
Flow of air at 100% load	kg/s	5.0	5.4	5.2	5.4
Temperature at turbocharger intake, max.	°C	45	45	45	45
Air temperature after air cooler, nom. (TE601)	°C	55	55	55	55
Exhaust gas system (Note 2)					
Flow at 100% load	kg/s	5.1	5.6	5.3	5.5
Flow at 85% load	kg/s	4.4	4.9	4.5	4.7
Flow 75% load	kg/s	4.0	4.5	4.0	4.2
Flow 50% load	kg/s	3.0	3.3	2.7	3.1
Temp. after turbo, 100% load (TE517)	°C	329	312	306	312
Temp. after turbo, 85% load (TE517)	°C	326	304	311	313
Temp. after turbo, 75% load (TE517)	°C	337	311	326	327
Temp. after turbo, 50% load (TE517)	°C	342	320	327	322
Backpressure, max.	kPa	3.0	3.0	3.0	3.0
Exhaust gas pipe diameter, min	mm	550	550	550	550
Calculated exhaust diameter for 35 m/s	mm	560	578	561	574
Heat balance (Note 3)					
Jacket water	kW	441	474	427	474
Lubricating oil	kW	378	401	367	401
Charge air	kW	849	1002	958	1002
Radiation	kW	122	128	122	128
Fuel system (Note 4)					
Pressure before injection pumps (PT101)	kPa	700±50	700±50	700±50	700±50
Engine driven pump capacity at 12 cSt (MDF only)	m³/h	3.7	4.1	3.7	4.1
Fuel flow to engine (without engine driven pump), approx.	m³/h	2.1	2.3	2.2	2.3
HFO viscosity before engine	cSt	16...24	16...24	16...24	16...24
HFO temperature before engine, max. (TE 101)	°C	140	140	140	140
MDF viscosity, min	cSt	2.0	2.0	2.0	2.0
MDF temperature before engine, max. (TE 101)	°C	45	45	45	45
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	187	190	188	190
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	185	188	185	187
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	189	191	188	190
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	198	202	189	192
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	10.3	10.9	10.3	10.9
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	2.1	2.2	2.1	2.2
Lubricating oil system (Note 5)					

Wärtsilä 8L26		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
Cylinder output	kW/cyl	325	340	325	340
Engine speed	rpm	900	1000	900	1000
Pressure before bearings, nom. (PT201)	kPa	450	450	450	450
Pressure after pump, max.	kPa	800	800	800	800
Suction ability including pipe loss, max.	kPa	30	30	30	30
Priming pressure, nom. (PT201)	kPa	80	80	80	80
Temperature before bearings, nom. (TE201)	°C	68	68	68	68
Temperature after engine, approx.	°C	78	78	78	78
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	81	90	81	90
Pump capacity (main), stand-by	m³/h	75	75	75	75
Priming pump capacity, 50Hz/60Hz	m³/h	16 / 19	16 / 19	16 / 19	16 / 19
Oil volume, wet sump, nom.	m³	1.6	1.6	1.6	1.6
Oil volume in separate system oil tank, nom.	m³	3.5	3.7	3.5	3.7
Oil consumption (100% load), approx.	g/kWh	0.5	0.5	0.5	0.5
Crankcase ventilation flow rate	l/min/cyl	150	150	150	150
Crankcase backpressure (max)	kPa	0.3	0.3	0.3	0.3
Oil volume in speed governor	l	1.4 / 2.0	1.4 / 2.0	1.4 / 2.0	1.4 / 2.0
High temperature cooling water system					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT401)	kPa	360 + static	370 + static	360 + static	370 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT401)	kPa	500	500	500	500
Temperature before cylinders, approx. (TE401)	°C	81	81	81	81
HT-water out from the engine, nom (TE402)	°C	91	91	91	91
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	45	45	45	45
Pressure drop over engine	kPa	220	220	220	220
Pressure drop in external system, max	kPa	60	60	60	60
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150
Water volume in engine	m³	0.4	0.4	0.4	0.4
Low temperature cooling water system					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT471)	kPa	270 + static	250 + static	270 + static	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT471)	kPa	500	500	500	500
Temperature before engine (TE471)	°C	25...38	25...38	25...38	25...38
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	56	62	56	62
Pressure drop in external system, max.	kPa	60	60	60	60
Pressure drop over charge air cooler	kPa	50	50	50	50
Pressure drop over oil cooler	kPa	18	18	18	18
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150
Capacity engine driven seawater pump, max.	m³/h	120	120	120	120
Starting air system (Note 6)					
Pressure, nom.	kPa	3000	3000	3000	3000
Pressure, max.	kPa	3300	3300	3300	3300

Wärtsilä 8L26		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
Cylinder output	kW/cyl	325	340	325	340
Engine speed	rpm	900	1000	900	1000
Low pressure limit in air vessels	kPa	1800	1800	1800	1800
Starting air consumption, start (successful)	Nm ³	1.8	1.8	1.8	1.8

Notes:

- Note 1 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Tolerance 5%.
- Note 2 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Flow tolerance 5% and temperature tolerance 20°C.
- Note 3 The heat balances are made for ISO 15550 standard reference conditions. The heat balances include engine driven pumps (two water pumps and one lube oil pump).
- Note 4 According to ISO 15550, lower calorific value 42700 kJ/kg at constant engine speed, with engine driven pumps (two cooling water + one lubricating oil pumps). Tolerance 5%. The fuel consumption at 85 % load is guaranteed and the values at other loads are given for indication only.
- Note 5 Speed governor oil volume depends on the speed governor type.
- Note 6 At manual starting the consumption may be 2...3 times lower.

En resumen:

El motor necesitara una aportación de aire de 5,4 kg/s, y unos 45 y 55 kg/s para el turbocompresor y la refrigeración respectivamente.

El diámetro del escape será de 550mm. El dimensionamiento de la ventilación de cámara de máquinas se realizo asumiendo un diámetro mayor de 625 mm, con lo que dicha ventilación estará ligera pero aceptablemente sobredimensionada.

El sistema de combustible auxiliar proporciona fuel a 4.1 m³/h y 7 bares antes de las bombas de inyección. Los consumos de combustible a 100%,85%, 75% y 50% son respectivamente: 190 g/kWh , 188 g/kWh, 191 g/kWh y 202 g/kWh.

La presión del aceite será de 8 y 4.5 bares. El consumo de aceite es de 0.5 g/kWh.

El agua de refrigeración de alta estará entre 5 bares y 3,7 bares más presión estática. El salto de temperatura será de 81 °C a 90 °C, con un caudal de 45 m³/h.

El agua de refrigeración de baja estará entre los 2.5 bares y los 5 bares, con una temperatura de entrada entre 25 y 38 °C. El caudal de la bomba es de 62 °C, con el máximo de la bomba de agua salada 120 m³/h.

La presión del aire de arranque es de 30 bares, con un consumo por arranque de 1,8 Nm³.

Wärtsilä específica que construye sus motores atendiendo al cumplimiento de las normas ISO, de las Sociedades de Clasificación, así como ceñirse a las pautas de emisión de NOx, SOx y contaminantes.

10.3 Conformación del consumo y la autonomía:

Los consumos que especifica Wärtsilä son, en función de la carga del motor:

100%	190 g/kWh
85%	188 g/kWh
75%	191 g/kWh
50%	200 g/kWh

Y si consideramos el tiempo estimado en las diferentes situaciones de carga:

Wärtsilä 8L26					
Situación	Pot. Req. (kVA)	% tiempo	N° Gen servicio	Pot. Gen. (kVA)	% carga
Transito no demandante	4763,85	25	2	6562	73
Transito demandante	8827,35	5	3	9843	90
C/D plataforma no demandante	5641,65	40	2	6562	86
C/D plataforma demandante	8107,05	10	3	9843	82
Puerto	1474,2	20	1	3281	45
Operación FiFi	6396,6		2	6562	97

El consumo en tránsito no demandante, redondeando a un 75% de carga, será de:

$$2 \cdot 2720kW \cdot 0,75 \cdot 191 g/kWh = 779.280 g/h$$

En el resto de situaciones será:

- Tránsito demandante:

$$3 \cdot 2040kW \cdot 0,9 \cdot 189 \text{ g/kWh} = 1.388.016 \text{ g/h}$$
- C/D no demandante:

$$2 \cdot 2040kW \cdot 0,86 \cdot 188 \text{ g/kWh} = 879.539 \text{ g/h}$$
- C/D demandante:

$$3 \cdot 2040kW \cdot 0,86 \cdot 188 \text{ g/kWh} = 1.264.637 \text{ g/h}$$
- FiFi:

$$2 \cdot 2040kW \cdot 0,97 \cdot 188 \text{ g/kWh} = 1.002.592 \text{ g/h}$$
- Puerto:

$$1 \cdot 2040kW \cdot 0,45 \cdot 200 \text{ g/kWh} = 244.800 \text{ g/h}$$
- Stand-by no demandante:

$$2 \cdot 2040kW \cdot 0,68 \cdot 195 \text{ g/kWh} = 721.344 \text{ g/h}$$
- Stand-by demandante:

$$3 \cdot 2040kW \cdot 0,83 \cdot 189 \text{ g/kWh} = 1.280.059 \text{ g/h}$$

Y si repartimos los consumos respecto del tiempo:

$$(0,25 \cdot 0,78 \text{ t/h} + 0,05 \cdot 1,39 \text{ t/h} + 0,4 \cdot 0,88 \text{ t/h} + 0,1 \cdot 1,26 \text{ t/h} + 0,2 \cdot 0,24 \text{ t/h})$$

Resulta en un consumo típico de 0,79 t/h. Con nuestra autonomía de 62 días, o 1500 horas por añadir un ligero margen, necesitaremos 1187 t de fuel. Redondeamos a una cantidad de 1200 t.

Nuestra aproximación inicial en el primer cuaderno era de alrededor de 2800 t para un consumo de 10MW. Dado tanto margen, decidimos dimensionar la reserva de combustible para el máximo consumo de 1,39 t/h, siendo entonces necesario albergar **2085 toneladas** de fuel a bordo. Si tomamos el dato de referencia de una densidad típica del fuel de 0,93 t/m³, necesitaremos un espacio de 2242 m³.

Según especifica DNV, habrá una pareja de tanques de sedimentación y otra de tanques de consumo diario. El volumen de los tanques de sedimentación será tal como para cubrir el gasto de 24 horas a máximo consumo. Por tanto, nuestros tanques de sedimentación serán de 18 m³. Los tanques de diario deberán contener el combustible necesario para 12 horas a máximo consumo. Nuestros tanques serán de 9m³ cada uno.

Por exigencia del SOLAS, estos tanques de hidrocarburos no pueden disponerse a solo un mamparo del exterior, por lo tanto se dispondrán en el interior de la cámara de maquinas en cercanía de sus consumidores.

En resumen:

	Número	Dimensiones unitarias
Tanques almacenamiento	2	1121 m ³
Tanques sedimentación	2	18 m ³
Tanques diario	2	9 m ³

10.4 Cálculos de los sistemas auxiliares:

A continuación se describirá y calculara cuando proceda los sistemas auxiliares de combustible, aceite y refrigeración que posibilitan el funcionamiento de los motores.

Sistema de combustible:

Nuestros motores usan Heavy Fuel Oil, con las especificaciones ISO 8217, ISO-F-RMK 700.

Típicamente el fuel podría ser de 380 cST a 50 grados, pero dadas las especificaciones del motor, dimensionaremos nuestros sistemas para admitir el fuel más viscoso tolerable por la norma.

Las especificaciones del combustible aceptable son las siguientes:

Property	Unit	Limit HFO 1	Limit HFO 2	Test method ref.
Viscosity, before injection pumps ¹⁾	cSt	16...24	16...24	
Viscosity at 50°C, max.	cSt	700	700	ISO 3104

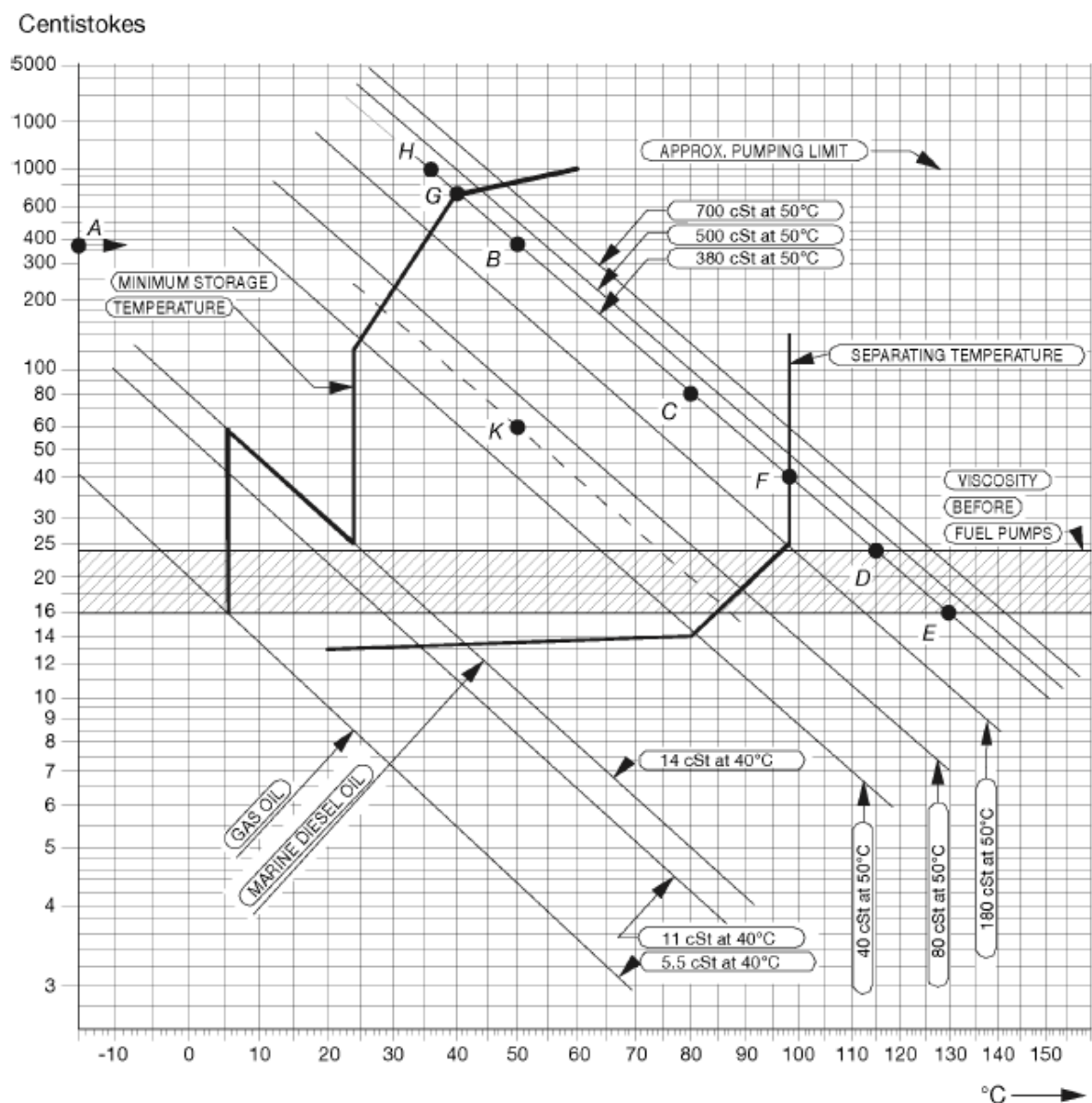
Property	Unit	Limit HFO 1	Limit HFO 2	Test method ref.
Density at 15°C, max.	kg/m ³	991 / 1010 2)	991 / 1010 2)	ISO 3675 or 12185
CCAI, max. ³⁾		850	870	ISO 8217, Annex F
Sulphur, max. ^{4) 5)}	% mass	Statutory requirements		ISO 8754 or 14596
Flash point, min.	°C	60	60	ISO 2719
Hydrogen sulfide, max. ⁶⁾	mg/kg	2	2	IP 570
Acid number, max.	mg KOH/g	2.5	2.5	ASTM D664
Total sediment aged, max.	% mass	0.1	0.1	ISO 10307-2
Carbon residue, micro method, max.	% mass	15	20	ISO 10370
Asphaltenes, max. ¹⁾	% mass	8	14	ASTM D 3279
Pour point (upper), max. ⁷⁾	°C	30	30	ISO 3016
Water, max.	% volume	0.5	0.5	ISO 3733 or ASTM D6304-C 1)
Water before engine, max. ¹⁾	% volume	0.3	0.3	ISO 3733 or ASTM D6304-C 1)
Ash, max.	% mass	0.05	0.15	ISO 6245 or LP1001 1)
Vanadium, max. ⁵⁾	mg/kg	100	450	ISO 14597 or IP 501 or IP 470
Sodium, max. ⁵⁾	mg/kg	50	100	IP 501 or IP 470
Sodium before engine, max. ^{1) 5)}	mg/kg	30	30	IP 501 or IP 470
Aluminium + Silicon, max.	mg/kg	30	60	ISO 10478 or IP 501 or IP 470
Aluminium + Silicon before engine, max. ¹⁾	mg/kg	15	15	ISO 10478 or IP 501 or IP 470
Used lubricating oil, calcium, max. ⁸⁾	mg/kg	30	30	IP 501 or IP 470
Used lubricating oil, zinc, max. ⁸⁾	mg/kg	15	15	IP 501 or IP 470
Used lubricating oil, phosphorus, max. ⁸⁾	mg/kg	15	15	IP 501 or IP 500

Se tendrá cuidado de cumplir la temperatura mínimo de trabajo del Fuel, dadas las características de clima frío de nuestra zona de operación

El sistema auxiliar de combustible interno al motor, según expone el fabricante, está compuesto por bombas de inyección e inyectores para cada cilindro y un colector de derrames.

Corre a cargo del sistema exterior proporcionar un fuel adecuadamente limpio, sin agua, a presión y viscosidad de servicio. Tendremos dos separadoras centrifugas. Se tendrá cuidado de asegurar las tuberías de alimentación dada la alta presión que suministran las bombas de inyección.

Para poder ser bombeado, el fuel debe estar al menos a unos 40°C. La exigencia de calefacción se da en la siguiente grafica en función de la viscosidad del fuel:



Donde la línea de 700cST a 50°C marca el fuel limite. Asumiendo el combustible más pesado tratable por el motor (700cST a 50°C), el fuel deberá mantenerse a 50°C para ser bombeable, a 98 °C para ser procesado por la depuradora, y a 126 °C para entrar en las bombas de inyección.

La fórmula para dimensionar los calentadores es, siguiendo indicación de la

$$\phi = \frac{V \cdot \rho \cdot C_e \cdot (T_f - T_i)}{t}$$

El volumen será el de los dos tanques de sedimentación, la densidad del fuel 950 kg/m³, el calor específico 0,45 kcal/kg °C, y la diferencia de temperatura entre la ambiental de 20°C y los 60°C recomendados. El tiempo será de ocho horas.

$$\frac{36 \text{ m}^3 \cdot 950 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,45 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \cdot (20^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C})}{8 \text{ horas}} = 76950 \text{ kcal/h} = 89.5 \text{ kW}$$

Con un mínimo gasto adicional para mantener los tanques a esa temperatura.

El calentador necesario para calentar el fuel previo paso a la depuradora lo define Wärtsila:

$$P(\text{kW}) = \frac{Q(\text{l/h}) \cdot \Delta T}{1700}$$

Con Q el caudal a la depuradora centrífuga, definido como:

$$Q = \frac{P \cdot b \cdot 24 \text{ horas}}{\rho \cdot t}$$

Con P la potencia máxima continua del motor en kW, 2720. Dado que contamos con 4 generadores, de los que funcionaran 3, este término queda como "b" el consumo específico +15% de margen, 218 g/kWh. La densidad del combustible 950 kg/m³ y la "t" de funcionamiento como 23 horas, dejando así una hora de margen para el mantenimiento.

$$Q = \frac{8160 \cdot 218 \cdot 24}{950 \cdot 23} = 1954 \text{ litros/hora}$$

$$P(\text{kW}) = \frac{1954 \cdot 50}{1700} = 57,5 \text{ kW}$$

Usaremos el mismo método para calcular el calentador necesario para acondicionar el fuel a la entrada del motor, resultando en unos 10 kW.

La potencia necesaria para trasegar el combustible será la suficiente para llenar un tanque de sedimentación en una hora, siendo necesarios unos 3 bares para esta operación. Asumiendo un rendimiento de la bomba de 0,6, y un 0,85 del motor eléctrico:

$$P(W) = \frac{\frac{18 \text{ m}^3/h}{3600} \cdot 30 \text{ m} \cdot 950 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6 \cdot 0,85} = 2.740 \text{ W}$$

Habrán dos bombas de este calibre, pudiendo trasegar combustible entre cualquier combinación de tanques a través de un piano de válvulas.

Y la potencia unitaria de las bombas para suministrar el combustible de la depuradora al motor será:

$$P(W) = \frac{\frac{0,651 \text{ m}^3/h}{3600} \cdot 30 \text{ m} \cdot 950 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6 \cdot 0,85} = 100 \text{ W}$$

De las que tendremos 8, dos para cada motor

Adicionalmente, necesitaremos dos bombas stand-by. Según se especifica, deberán dejar el fuel a 725 kPa antes de los inyectores, con un caudal de 2,3m³/h.

De estar funcionando, el consumo unitario de esta bomba sería de:

$$P(W) = \frac{\frac{2,3 \text{ m}^3/h}{3600} \cdot 72,5 \text{ m} \cdot 950 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6 \cdot 0,85} = 846 \text{ W}$$

En resumen, el consumo del sistema auxiliar de combustible, sumando calentadores, bombas y depuradora, será aproximadamente de 160 kW. Este valor es notablemente mayor que el predimensionado previo del cuaderno 11, debido a la necesidad de instalar calentadores para el HFO. No es problemático, dado que contamos con margen suficiente para admitir este aumento.

El fabricante recomienda una velocidad máxima de 1m/s en tuberías de combustible. Por tanto, las tuberías que abastezcan al motor serán de 15 mm de diámetro como mínimo. Las de trasiego serán de 80mm.

La disposición típica del sistema se presenta en los Anexos según lo ejemplifica Wäertsila.

Sistema de aceite:

El aceite será SAE 40, con índice de viscosidad de 95 como mínimo. Se recomienda usar BN-55 para este tipo de motor. No se aceptan mezclas, pero si un BN mayor.

El servicio precisa de una depuradora centrífuga cuyo caudal será:

$$Q = \frac{1.35 \cdot P \cdot n}{\rho \cdot t}$$

Con las mismas dimensiones que la fórmula de la depuradora de F.O.. El término “n” será de 5 depuraciones de volumen de tanque en caso de motor a H.F.O.

$$Q = \frac{1.35 \cdot (2720 \cdot 3) \cdot 5}{23} = 2394 \text{ l/h}$$

La cantidad de aceite a almacenar en el tanque será de 1,4 litros por kW. Dado que nuestra potencia instalada es de 10,88 MW, necesitaremos 15,232 m³, que en servicio estará al 80%, sonando la alarma al 60%.

La bomba principal unitaria será de 90 m³/h y 8 bares, la de stand by unitaria a 75 m³/h. Asumiendo una densidad de 930 kg/m³ y los mismos rendimientos que las bombas de F.O, la potencia unitaria consumida por las bombas será de:

$$P(W) = \frac{\frac{90 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 80 \text{ m} \cdot 930 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6 \cdot 0,85} = 35.765 \text{ W}$$

$$P(W) = \frac{\frac{75 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 80 \text{ m} \cdot 930 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6 \cdot 0,85} = 29.804 \text{ W}$$

La velocidad máxima recomendada es de 1,5 m/s, con lo que la tubería de alimentación de aceite al motor será de 145 mm de diámetro.

Este resultado es ligeramente superior a los 22 kW supuestos en el cuaderno 11, pero dado el gran dimensionamiento que la propulsión eléctrica requiere, contamos con capacidad para absorber este incremento.

El circuito externo típico según Wärtsilä se expone en los anexos.

Agua de refrigeración:

Conformada por agua técnica, esto es, agua dulce con aditivos químicos para mejorar sus propiedades y la vida útil del motor. Estos aditivos ayudan al agua a mantener estos parámetros:

pH min. 6.5...8.5

Hardness max. 10 °dH

Chlorides max. 80 mg/l

Sulphates max. 150 mg/l

Que serán comprobados y corregidos periódicamente por el personal que opere la maquinaria.

Este circuito esta dividido en dos saltos térmicos, uno de baja temperatura que refrigera el aceite y el aire de admisión, y otro de alta temperatura que circula por el motor refrigerando camisas y culata. Los diámetros de las bombas para ambos circuitos serán:

Engine	Engine speed [rpm]	HT		LT		LT + gearbox cooling (optional)	
		impeller Ø [mm]	Non return valve orifice* Ø [mm]	impeller Ø [mm]	Non return valve orifice* Ø [mm]	impeller Ø [mm]	Non return valve orifice* Ø [mm]
6L26	900	216	40	204	40	204	47
	1000	196	40	196	40	196	47
8L26	900	216	47	204	54	216	54
	1000	196	54	196	47	204	59
9L26	900	216	54	204	59	216	59
	1000	196	54	196	59	216	54
12V26	900	178	-	178	-	-	-
	1000	178	-	178	-	-	-
16V26	900	199	-	199	-	-	-
	1000	199	-	199	-	-	-

Y los caudales y presiones de las bombas:

Engine	Engine speed [rpm]	HT		LT		LT + gearbox cooling (optional)	
		Flow [m³/h]	Head [m H ₂ O]	Flow [m³/h]	Head [m H ₂ O]	Flow [m³/h]	Head [m H ₂ O]
6L26	900	35	35	42	26	52	26
	1000	35	35	47	27	57	27
8L26	900	45	36	56	27	70	25
	1000	45	36	62	25	76	27
9L26	900	50	36	63	25	78	27
	1000	50	34	70	26	85	27
12V26	900	60	28	60	28	-	-
	1000	67	35	67	35	-	-
16V26	900	80	35	80	35	-	-
	1000	89	44	89	44	-	-

Cuyo consumo unitario se calcula a continuación:

$$P_{A.T.}(W) = \frac{\frac{45 \text{ m}^3/h}{3600} \cdot 36 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,75} = 5884 \text{ W}$$

$$P_{B.T.}(W) = \frac{\frac{62 \text{ m}^3/h}{3600} \cdot 25 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,75} = 5630 \text{ W}$$

La bomba unitaria de agua salada que suministre el agua fría para enfriar el circuito de agua dulce tendrá $Q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$ y $P = 2,5 \text{ bar}$ según dimensiona Wärtsila.

$$P_{A.S.}(W) = \frac{\frac{120 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 25 \text{ m} \cdot 1025 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,75} = 11.169 \text{ W}$$

Con lo que el consumo de energía unitario en refrigeración para cada motor es de 22,683 kW.

La velocidad máxima de agua dulce en canalización es de 2,5 m/s, por lo que la tubería de alta será de más de 80 mm diámetro, y la de baja de 95mm.

En caso de usar tuberías de acero galvanizado para la conducción de agua salada, también se recomienda la velocidad máxima de 2,5 m/s. Por tanto, las tuberías de agua salada para refrigeración serán de 130 mm de diámetro.

Según expone el fabricante, la caída de presión causada por recorrer el circuito de alta temperatura es de 2,2 bares, y la causada por el circuito externo al motor será de 0,6 bares.

Similarmente, la pérdida de carga en el circuito externo de baja temperatura será de 0,6 bares, y la causada por recorrer el circuito interno es de 0,68 bares

El circuito externo según Wärtsila se expone en los anexos.

Aire de arranque:

El volumen total de aire necesario para una arrancada de un generador es definido por Wärtsila como:

$$V_R = \frac{p_E \cdot V_E \cdot n}{P_{Rmax} - P_{Rmin}}$$

Con V_R en m^3 , P_E la condición barométrica normal, de 0,1 MPa, V_E el consumo de aire por arrancada, $1,8 \text{ Nm}^3$. “n” numero de arranques según DNV (3 arranques por generador). P_{Rmax} es la presión máxima de arranque de 3 MPa, P_{Rmin} es la mínima de arranque, 1,8 Mpa.

$$V_R = \frac{0.1 \cdot 1.8 \cdot (3 \cdot 4)}{3 - 1.8} = 1,8 \text{ m}^3$$

Y según la presión medie efectiva calculada en las primeras páginas del presente cuaderno, necesitara estar a 24 bares.

Dado que contamos con varios generadores a arrancar, contaremos con el triple de esa capacidad a bordo, lo que se traduce en 4 botellas de aire de 1400 litros a una presión alrededor de los 28 bares.

10.5 Ventilación en cámara de maquinas:

Aunque este apartado ya se ha tratado con anterioridad en el cuaderno 12, se volverá a reevaluar para los diámetros de escape del motor elegido

El sistema de ventilación de Cámara de maquinas se hará de acuerdo a las especificaciones de la norma UNE EN ISO 8861 del 2005.

Este sistema tiene por objetivo garantizar un adecuado aporte de aire para la combustión del equipo propulsor, así como mantener unas condiciones de trabajo razonables para la tripulación renovando el aire del interior, climatizando y extrayendo los gases y vapores que se originan en el recinto.

El caudal de aire que se necesita introducir en cámara de maquinas se determina, según la norma, escogiendo el mayor de los siguientes:

$$Q = q_c + q_h ; Q = 1,5 q_c$$

Donde q_c es el caudal de aire necesario para la combustión de la maquina. Puede desglosarse en:

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} + q_b$$

Con q_{dp} el necesario para los motores diesel principales; q_{dg} el correspondiente a los generadores diesel y q_b el necesario para las calderas. Dado nuestra configuración Diesel eléctrica, solo tendremos q_{dg} .

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \cdot m_{ad}}{\rho}$$

Con P_{dg} la máxima potencia de los generadores en kilowatios. m_{ad} El consumo de aire de los motores de los alternadores, en kilogramos de aire por kilowatio segundo. ρ Es la densidad del aire, que si tomamos el valor

indicado en la norma, es de **1,13 kg/m³** a condiciones atmosféricas sobre los 35 grados centígrados típicos en un espacio de maquinas.

Ahora podremos calcularlo como la máxima potencia con tres generadores en funcionamiento, 8160 kW. Como consumo de aire unitario, usaremos la indicación que ofrece la norma para motores de 4 tiempos: 0,002 kg/ (kW·s)

$$q_{dg} = \frac{8160 \cdot 0,002}{1,13} = 14,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

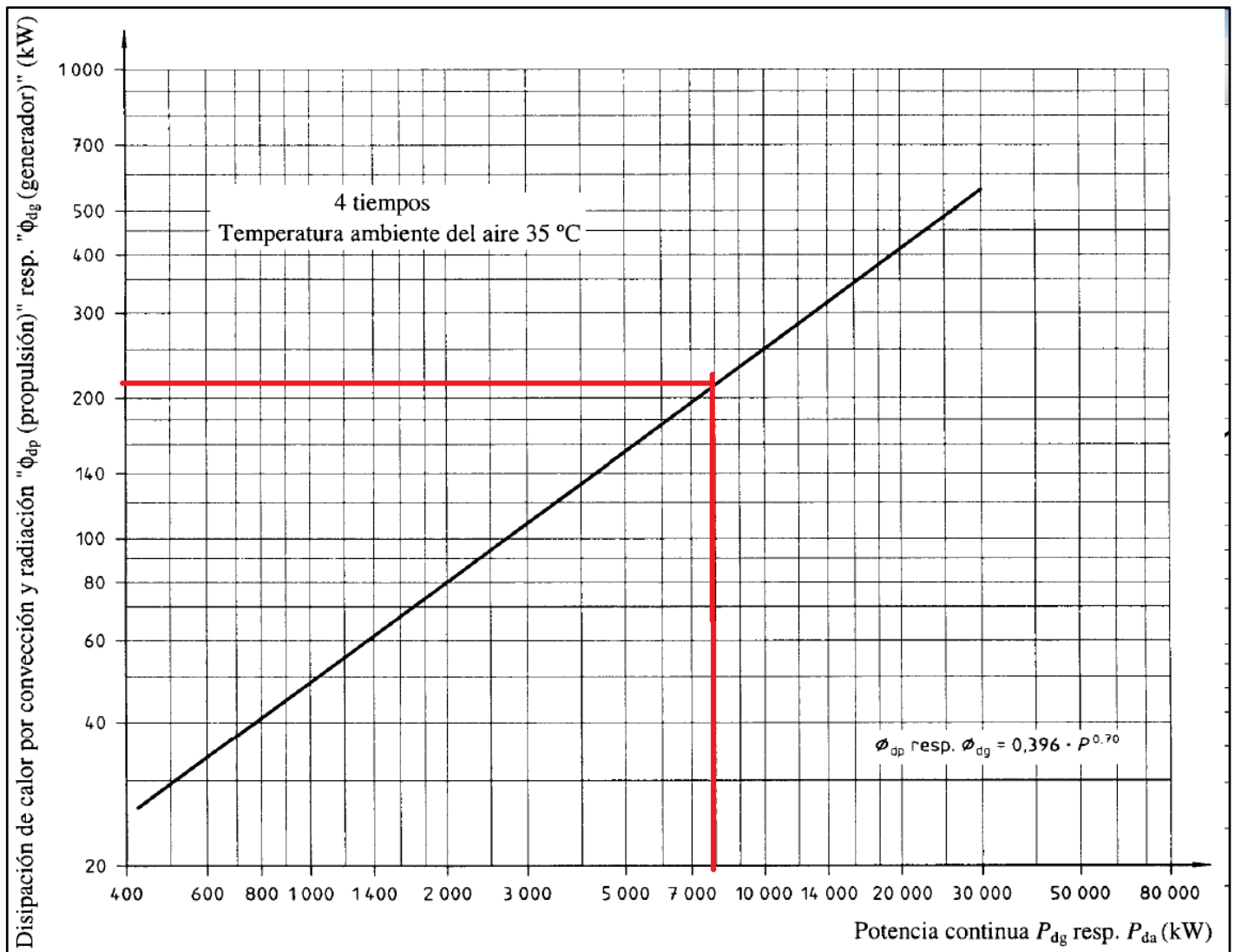
El término q_h representa el caudal de aire necesario para evacuar el calor irradiado por la maquinaria y mantener un entorno aceptable. Por tanto queda definido como:

$$q_h = \frac{\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_b + \phi_p + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_t + \phi_o}{\rho \cdot c \cdot \Delta T} - 0,4 \cdot (q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

Los diferentes términos ϕ representan el flujo térmico de, respectivamente, los motor diesel principales, los motores de los generadores, calderas, tuberías de vapor, generadores refrigerados por aire, instalaciones eléctricas, canalizaciones de escape, tanques de calefacción y otros componentes. $\rho \cdot c \cdot \Delta T$ representa la densidad, calor específico e incremento de temperatura del aire medida de forma precisa entre la admisión de aire fresco y la salida. La norma fija este producto como:

$$1,13 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,01 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 12,5 \text{ K} = 14,266 \text{ kJ/m}^3$$

Los términos de flujo térmico pueden definirse usando unas curvas que ofrece la norma. ϕ_{dp} , ϕ_b , ϕ_p , ϕ_t serán 0 ya que no hay tales instalaciones en nuestro buque.



$$\phi_{dg} \text{ vs } P_{dg}$$

$$\phi_{dg} = 200 \text{ kW}$$

$$\phi_g = P_g \cdot \left(1 - \frac{\eta}{100}\right); \text{ con } \eta \text{ igual a 94\% de acuerdo a lo estipulado.}$$

$$\phi_g = 8160 \text{ kW} \cdot \left(1 - \frac{94}{100}\right) = 490 \text{ kW}$$

ϕ_{el} puede estimarse como el 20% de la potencia eléctrica en navegación para buques convencionales, o la suma de las emisiones si se conocen los componentes. En nuestro caso de buque con propulsión eléctrica, contamos con datos orientativos del rendimiento de los cuadros y convertidores de frecuencia de ABB.

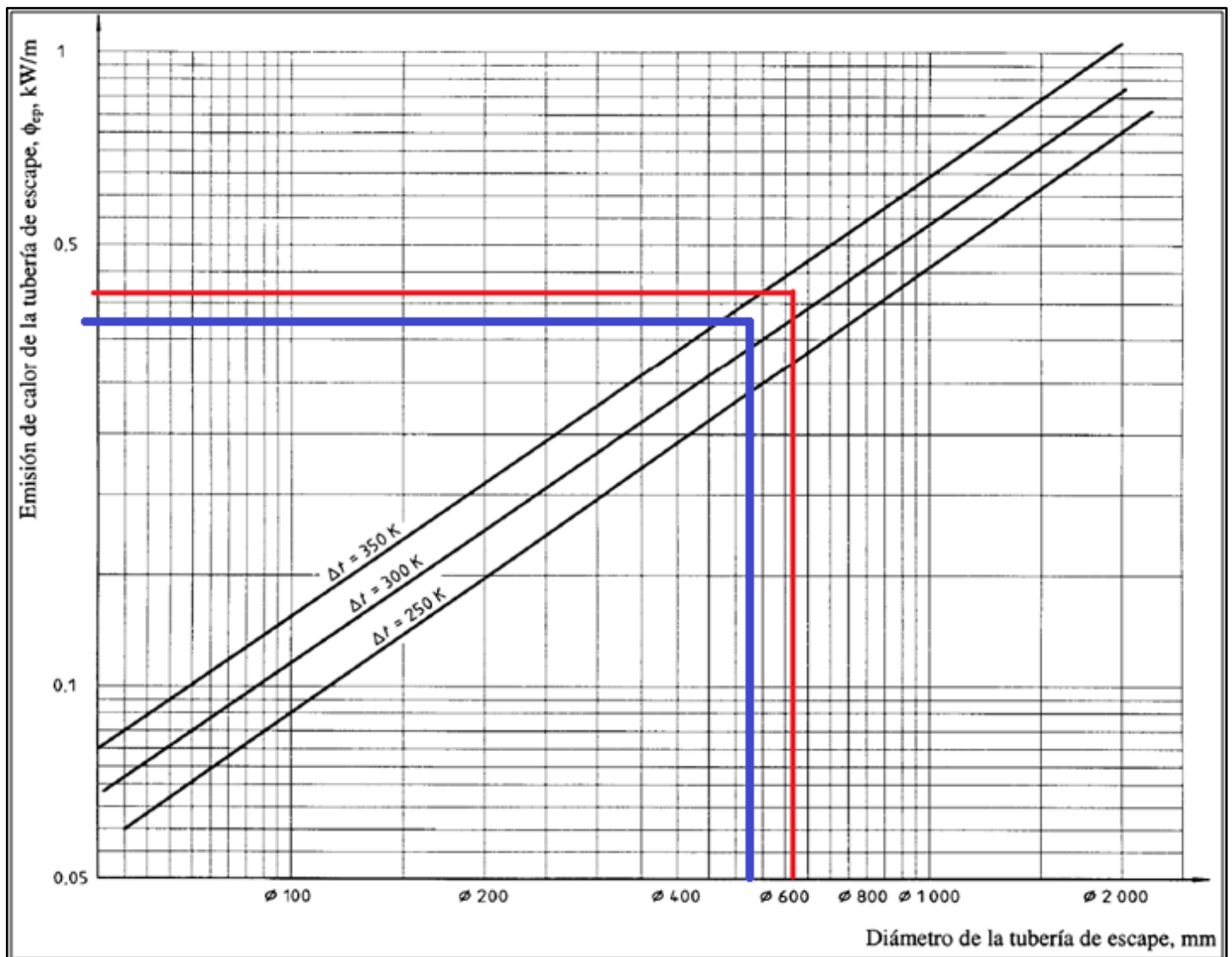
$$\phi_{cuadro} = 8160 \cdot \left(1 - \frac{99,5}{100}\right) = 41 \text{ kW}$$

$$\phi_{convertidor} = 8160 \cdot \left(1 - \frac{99}{100}\right) = 81.6 \text{ kW}$$

$$\phi_{transformadores} = 8160 \cdot \left(1 - \frac{99,2}{100}\right) = 65.28 \text{ kW}$$

$$\phi_{el} = 188 \text{ kW}$$

Para determinar el calor irradiado por las canalizaciones de escape, solo se tendrán en cuenta aquellas en el espacio de maquinas, y no las del tronco de chimenea o guardacalor. Esta cifra va en función del diámetro de tubería de escape. Usaremos la medida de los escapes del motor, 550mm



Usaremos la línea de 320K tal y como se indica en el procedimiento. Obtenemos una cifra cercana a los 0,375 kW por metro de tubería.

Asumiendo una cifra de metros de escape similar a la del buque modelo, de 73, 31 m, obtenemos un intercambio térmico de 27,5 kW.

El último termino, ϕ_o , que engloba el calor del resto de equipos que pueden estar instalados en cámara de máquinas, es muy difícil de determinar con precisión, y por tanto haremos una estimación del 0,5% de la potencia instalada. Obtenemos 38 kW.

La suma de transmisiones térmicas resulta en 943 kW.

$$q_h = \frac{943 \text{ kW}}{14,266 \text{ kJ/m}^3} - 0,4 \cdot 14,44 \text{ m}^3/\text{s} = 60,35 \text{ m}^3/\text{s}$$

Los dos caudales posibles serán:

$$Q = q_c + q_h = 14,44 \text{ m}^3/\text{s} + 57,216 \text{ m}^3/\text{s} = 71,656 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1,5 q_c = 1,5 \cdot 57,216 \text{ m}^3/\text{s} = 85,824 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal de aire necesario en cámara de máquinas será de 85,824 m³/s.

Para elegir los ventiladores, recurriremos al fabricante SODECA, que ya suministra al sector naval offshore y está aprobado por DNV entre otras sociedades de clasificación con su gama HCT/MAR y HFT/MAR.

HCT/MAR HFT/MAR

exento
E-P

HCT/MAR: Extractores helicoidales tubulares para intercalar en conducto, de gran robustez para aplicaciones marinas y navales
HFT/MAR: Extractores helicoidales tubulares para principio de conducto, para aplicaciones marinas y navales

Extractores helicoidales circulares con dos bridas (HFT) o tubulares para intercalar en conducto (HCT), para trabajar en ambientes marinos y equipados con motor para servicio marino.



HCT/MAR



HFT/MAR

Ventilador:

- HFT/MAR: Aro soporte con dos bridas en chapa de acero de gran robustez galvanizado en caliente
- HCT/MAR: Envolvente tubular en chapa de acero de gran robustez galvanizado en caliente, para intercalar entre conductos
- Hélice en fundición de aluminio
- Incorpora trampilla de inspección (HCT)
- Dirección aire motor-hélice

Motor:

- Motores para servicio marino clase F, con rodamientos a bolas, protección IP55, con el cumplimiento de la clasificación para servicio naval no esencial.
- Motores de eficiencia IE3 para potencias iguales o superiores a 7,5kW, excepto monofásicos, 2 velocidades y 8 polos
- Trifásicos 230/400V.-50Hz.(hasta 4 kW)

y 400/690V.-50Hz.(potencias superiores a 4 kW)

- Temperatura máxima del aire a transportar: -20°C.+ 60°C.

Acabado:

- Anticorrosivo galvanizado en caliente

Bajo demanda:

- Construcción en acero inoxidable
- Bobinados especiales para diferentes tensiones y frecuencias
- Construcción ATEX para diferentes categorías
- Motores con PTO incorporada
- Motores marinos para aplicaciones navales, con certificación para servicio esencial según diferentes entidades de clasificación (BV, DNV, LR)
- Motores de eficiencias IE2 e IE3 para cualquier potencia

Los motores marinos utilizados pueden estar certificados por la mayoría de entidades internacionales de clasificación naval:

ABS: América Bureau of shipping

BV: Bureau Veritas

OOS: China Classification Societies

OR: China Corporation Register of Shipping

DNV: Det Norske Veritas

GL: Germanischer Lloyd

KR: Korean Register of shipping

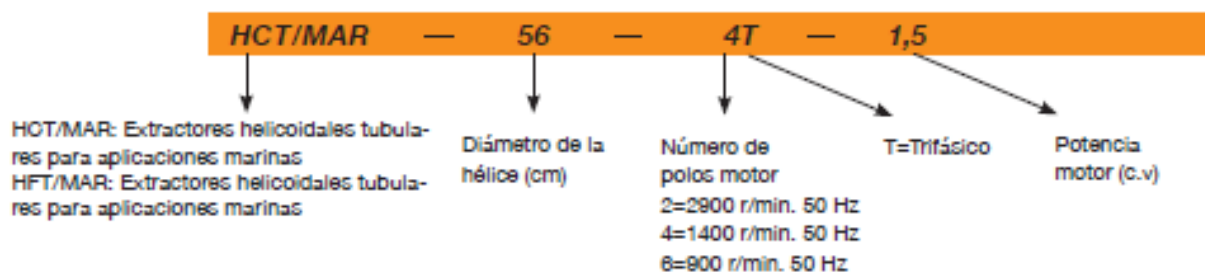
LR: Lloyd's Register of Shipping

NK: Nippon Kaiji Kyokai

RINA: Registro Italiano Navale

RS: Russian Maritime Register of Shipping

Código de pedido



Viendo el catalogo, necesitaremos al menos 5 ventiladores para cumplir la demanda de 309.000 m³/h. El caudal unitario tendrá que ser como mínimo de 61800 m³/h.

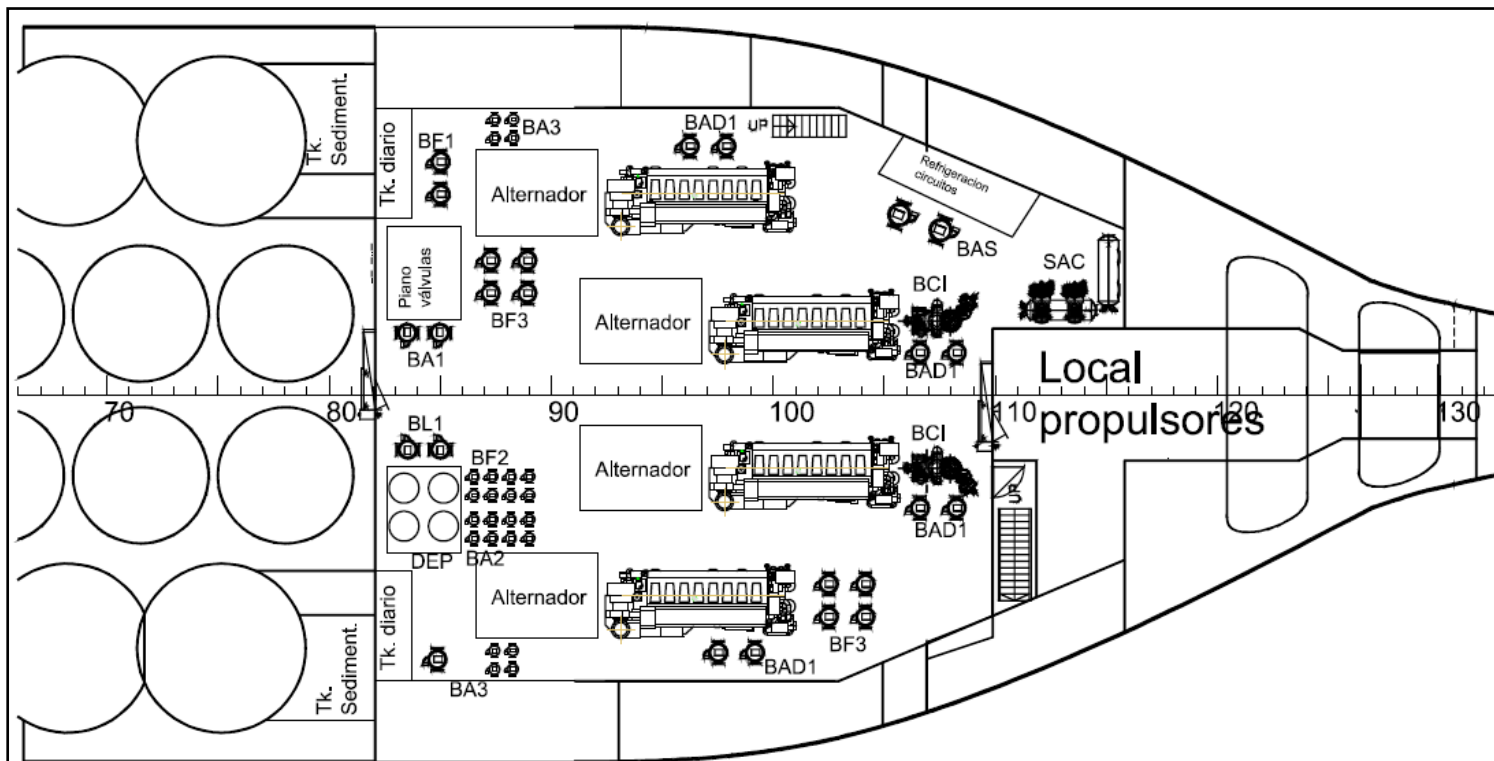
Escogemos el modelo HCT/MAR 100-4T-15 IE3. Sus características se resumen en la siguiente tabla:

R.p.m.	1470
Intensidad máx a 400V	20,9 A
Intensidad máx a 690V	12,1 A
Potencia	11 kW
Caudal máx	68000m ³ /h
Presión sonora	94 dB(A)
Peso	184 kg

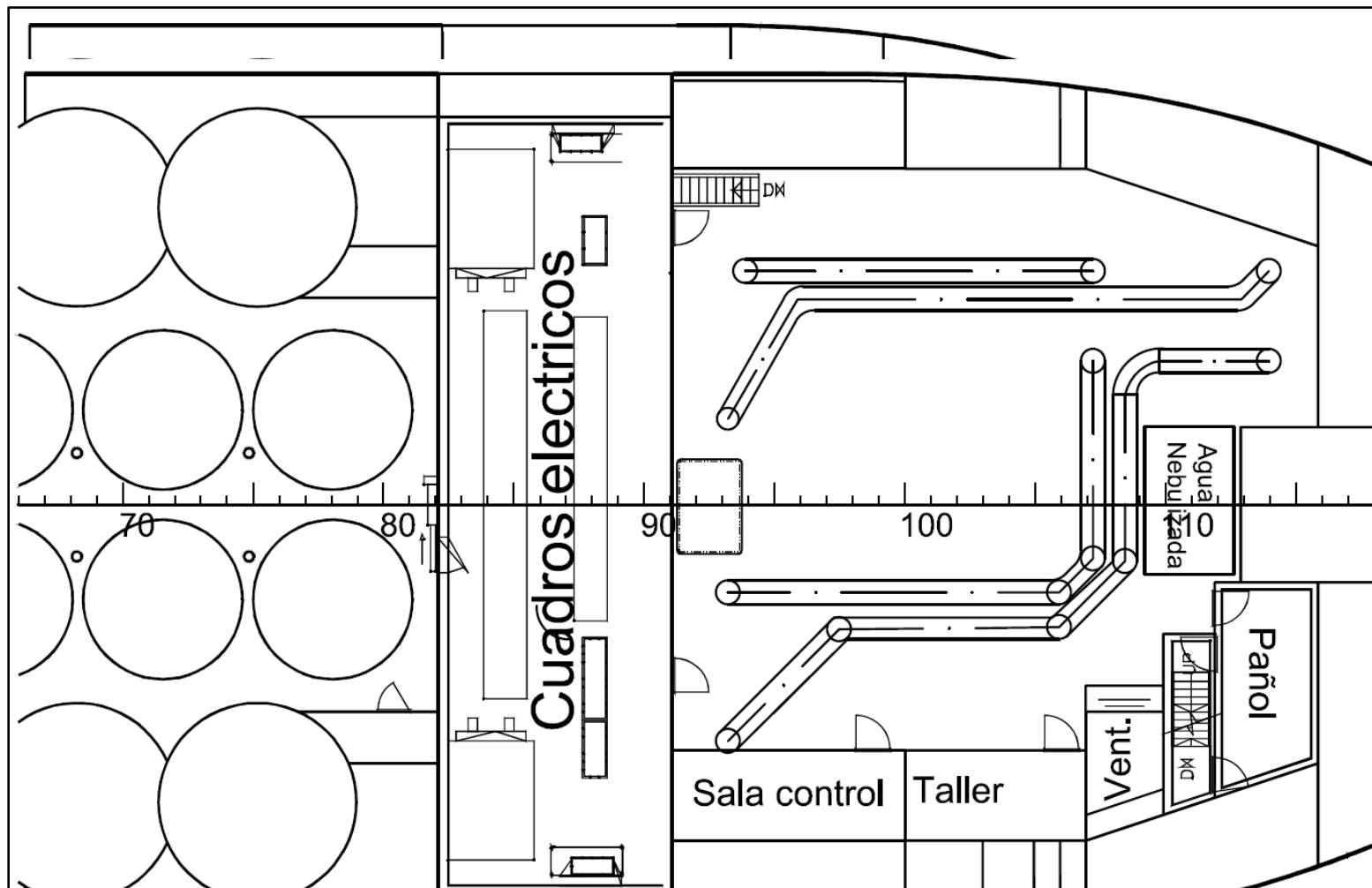
La capacidad y consumo total del sistema será por tanto de 340.000 m³/h y 55 kW.

Atendiendo a las indicaciones de buena práctica ofrecidas como anexo en la norma, el 50% de la aportación de aire fresco se hará en el nivel superior del espacio de máquinas cerca de los generadores. Se tendrá cuidado de evitar un posible contacto de agua salada con las tomas, y de no poner las salidas directamente sobre fuentes de calor o equipos eléctrico sobre los que pueda caer agua proveniente de un golpe de mar contra la aspiración externa. En general se tratará de mantener una presión positiva en el interior respecto al exterior no superior a 50 Pa. Los ventiladores de extracción se dispondrán allí donde el aire a extraer no pueda ir por la chimenea. El lugar donde se ubique la separadora de gasóleo y combustible deberá tener una extracción con ventilador descargando a la atmosfera lo más lejos posible del resto de tomas de aire.

10.6 Disposición de la cámara de maquinas:



Disposición en doble fondo



Disposición en nivel superior

BF1—— Bombas de trasiego F.O.

BF2—— Bombas de circulación F.O.

BF3—— Bombas Stand-By F.O.

BA1—— Bombas de trasiego de aceite

BA2—— Bombas de circulación de aceite

BA3 —— Bombas stand-BY Aceite

BAD1 — Bombas de agua dulce de refrigeración

BAS —— Bombas de agua de mar refrigeración

BCI——Bombas FiFi

SAC ——Servicio de aire comprimido

BL——Bombas de lodos

DEP—— Depuradoras F.O. y L.O.

Bibliografía:

1. **Wärtsila:** *Wärtsila 26 Product guide*
2. **Carles Llorenç. Conti Mayans, Vicente Díaz Casas:** *PSV VESSEL Supply. Apoyo y reparación en plataformas 5.500 TPM* TFG 2014.
3. **Manuel Rodrigo Lopez Prado, Marcos Míguez Gonzalez:** *Buque de suministro a plataformas mar adentro: PSV 4000 TPM.* TFC 2011.

Typically separator modules are equipped with:

- Suction strainer (1F02)
- Feed pump (1P02)
- Pre-heater (1E01)
- Sludge tank (1T05)
- Separator (1S01/1S02)
- Sludge pump
- Control cabinets including motor starters and monitoring

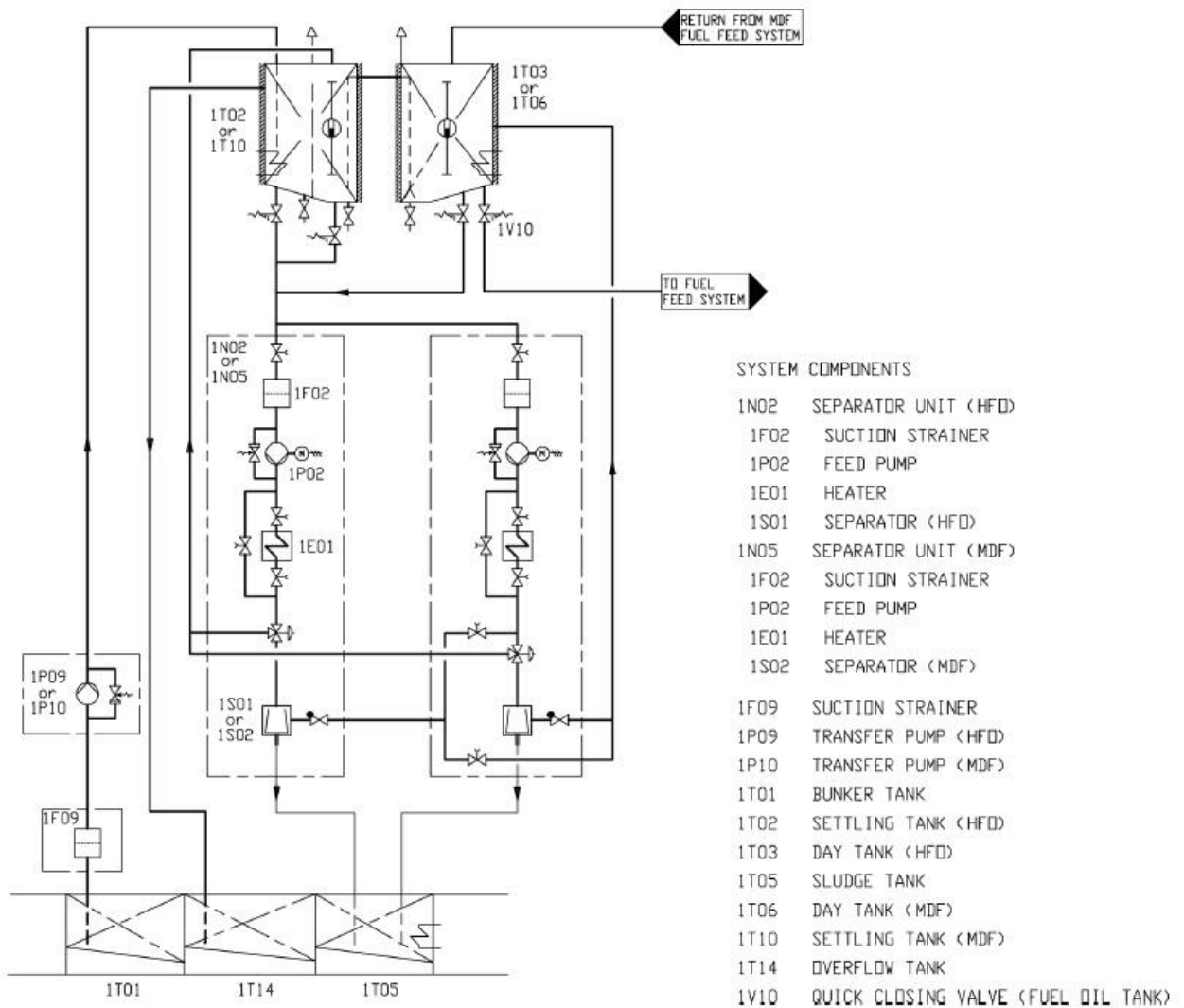


Fig 6.3.3.2.1 Fuel transfer and separating system (3V76F6626E)

6.3.5

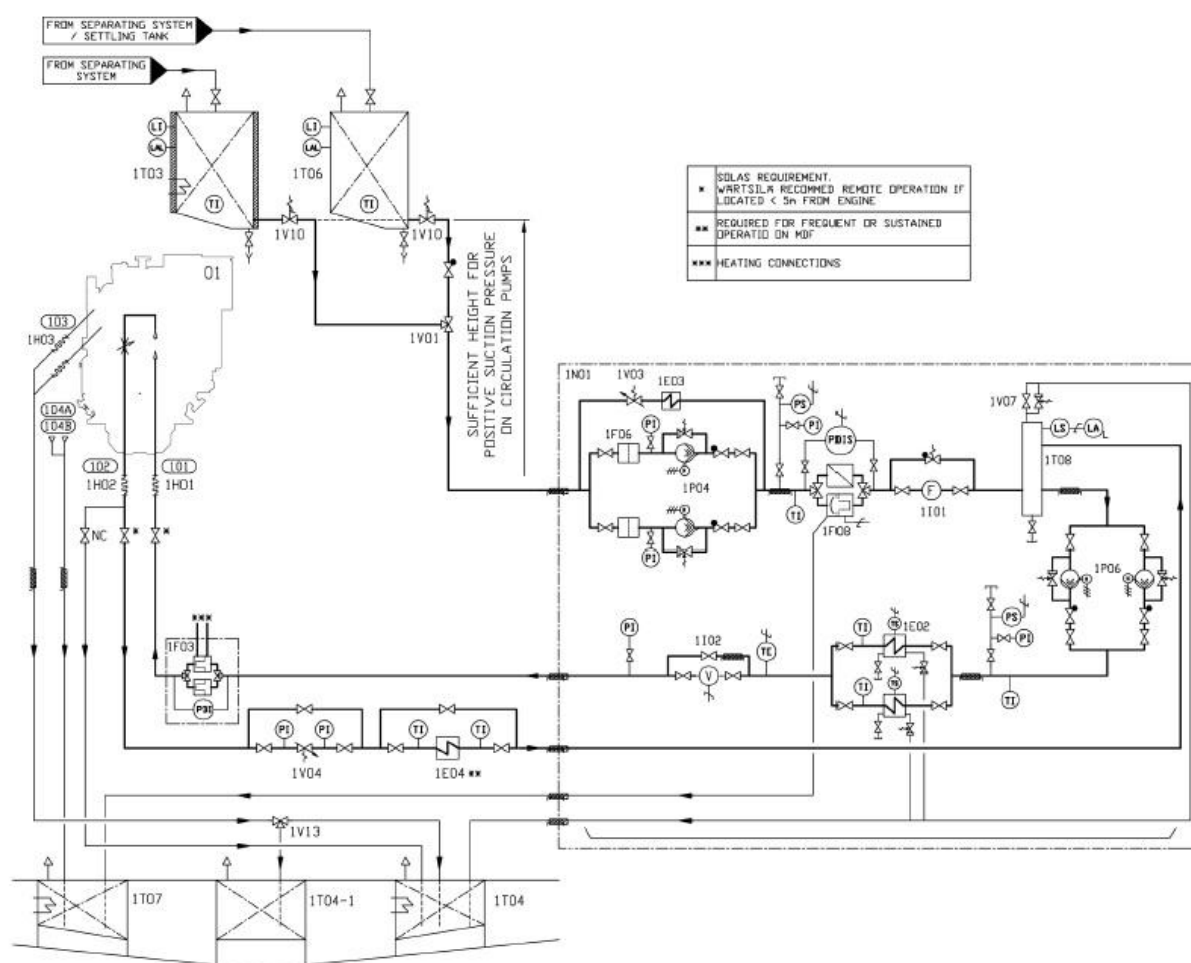


Fig 6.3.5.1 Example of fuel oil system (HFO), (DAAF078373)

System components:			
01	Diesel engine Wärtsilä 26	1T03	Day tank (HFO)
1E02	Heater (booster unit)	1T04	Leak fuel tank (clean fuel) - HFO
1E03	Cooler (booster unit)	1T04-1	Leak fuel tank (clean fuel) - MDF
1E04	Cooler (MDF)	1T06	Day tank (MDF)
1F03	Safety filter (HFO)	1T07	Leak fuel tank (dirty fuel)
1F06	Suction filter (booster unit)	1T08	De-aeration tank (booster unit)
1F08	Automatic filter (booster unit)	1V01	Change over valve
1H0X	Flexible pipe connections	1V03	Pressure control valve (booster unit)
1I01	Flow meter (booster unit)	1V04	Pressure control valve (HFO)
1I02	Viscosity meter (booster unit)	1V07	Venting valve (booster unit)
1N01	Feeder/booster unit	1V10	Quick closing valve (fuel oil tank)
1P04	Fuel feed pump (booster unit)	1V13	Change over valve for leak fuel
1P06	Circulation pump (booster unit)		

Pos.	Pipe connections	L26	V26
101	Fuel inlet	DN32	DN25
102	Fuel outlet	DN32	DN25
103	Leak fuel drain, clean fuel	2 * OD22	4 * OD22
104A	Leak fuel drain, dirty fuel	Plug R3/4"	2 * OD22
104B	Leak fuel drain, dirty fuel	OD22	2 * OD22

7.3 External lubricating oil system

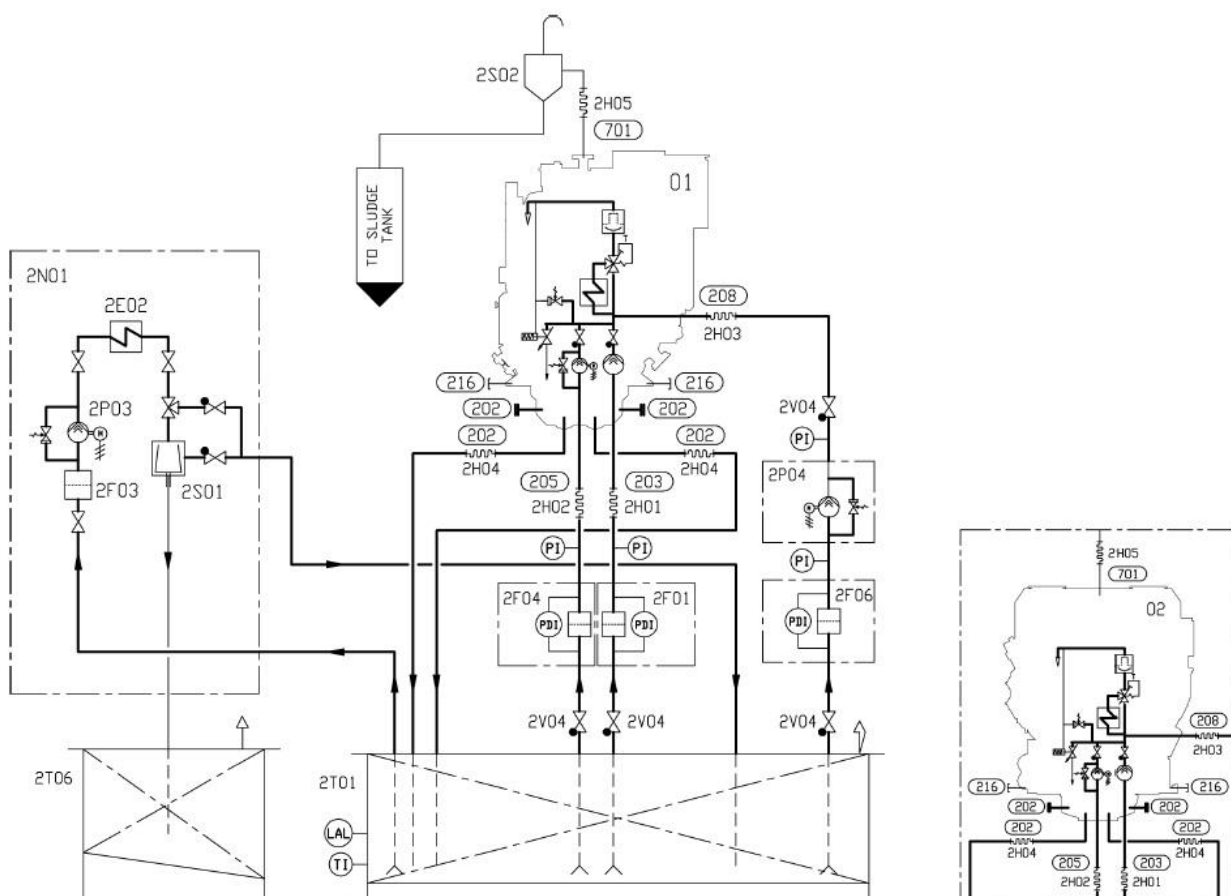


Fig 7.3.1 Typical example of an external lubricating oil system for a single main engine with a dry sump (DAAF078375)

System components:			
01	Diesel engine Wärtsilä L26	2N01	Separator unit
02	Diesel engine Wärtsilä V26	2P03	Separator pump (separator unit)
2E02	Heater (separator unit)	2P04	Stand-by pump
2F01	Suction strainer (main LO pump)	2S01	Separator (separator unit)
2F03	Suction filter (separator unit)	2S02	Condensate trap
2F04	Suction strainer (pre lubricating oil pump)	2T01	System oil tank
2F06	Suction strainer (stand-by pump)	2T06	Sludge tank
2H0#	Flexible pipe connections	2V04	Non-return valve

Pos	Pipe connections	L26	V26
202	Lube oil outlet (from oil sump)	4 * DN150	
203	Lube oil to engine driven pump	DN200	DN150
205	Lube oil to priming pump	DN65	
208	Lube oil from el. driven pump	DN80	DN100
216	Lube oil drain	2 * plug G 3/4"	
701	Crankcase air vent	DN80	DN100

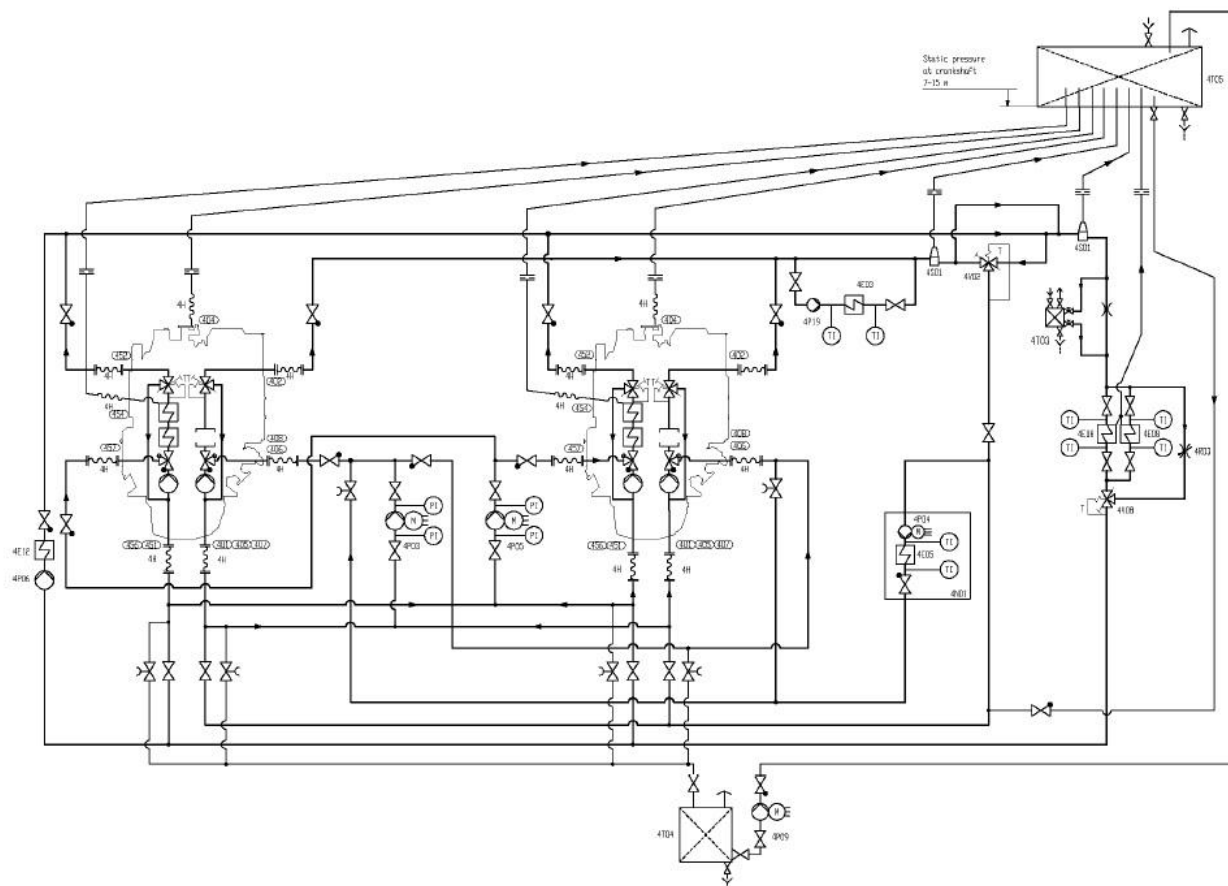
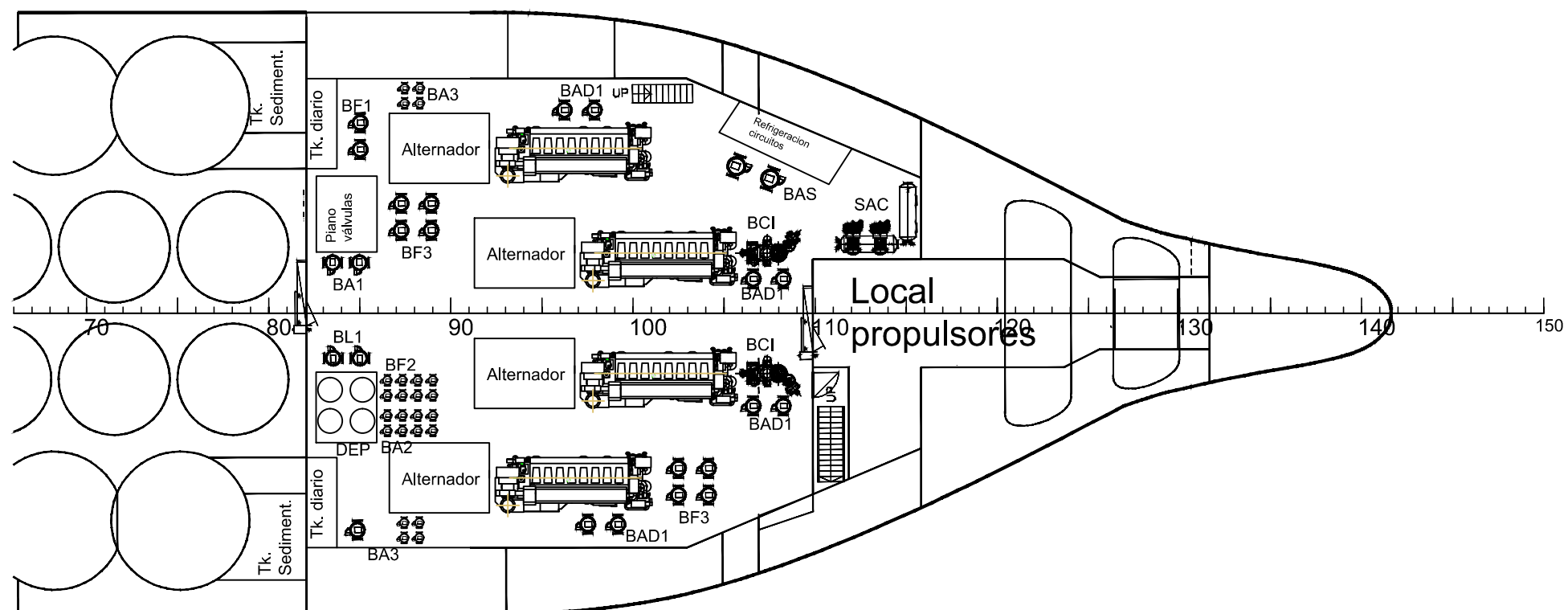
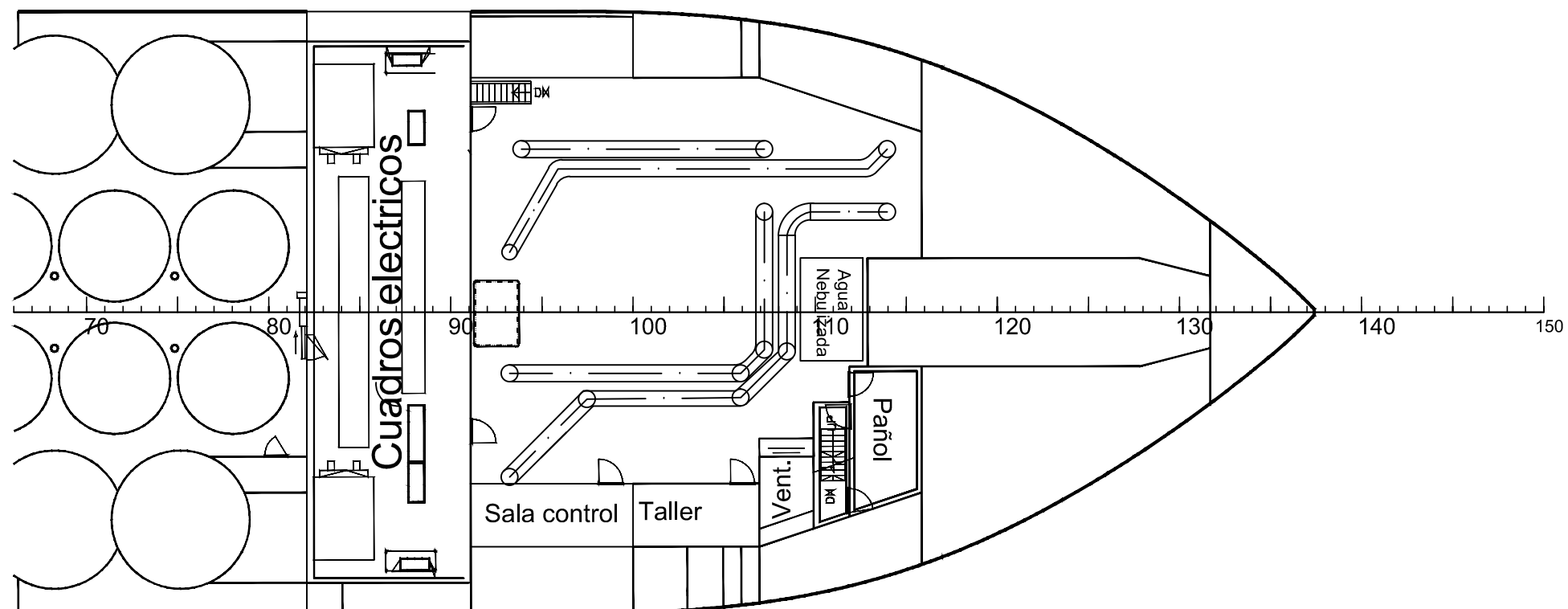


Fig 9.3.3 External cooling water system example (DAAE038902c)

System components:			
4E03	Heat recovery (evaporator)	4P09	Transfer pump
4E05	Heater (preheater)	4P19	Circulating pump (evaporator)
4E08	Central cooler	4R03	Adjustable throttle valve (LT cooler)
4E12	Cooler (installation parts)	4S01	Air venting
4N01	Preheating unit	4T03	Additive dosing tank
4P03	Stand-by pump (HT)	4T04	Drain tank
4P04	Circulating pump (preheater)	4T05	Expansion tank
4P05	Stand-by pump (LT)	4V02	Temperature control valve (heat recovery)
4P06	Circulating pump	4V08	Temperature control valve (central cooler)
Pipe connections are listed below the internal cooling water system diagrams			

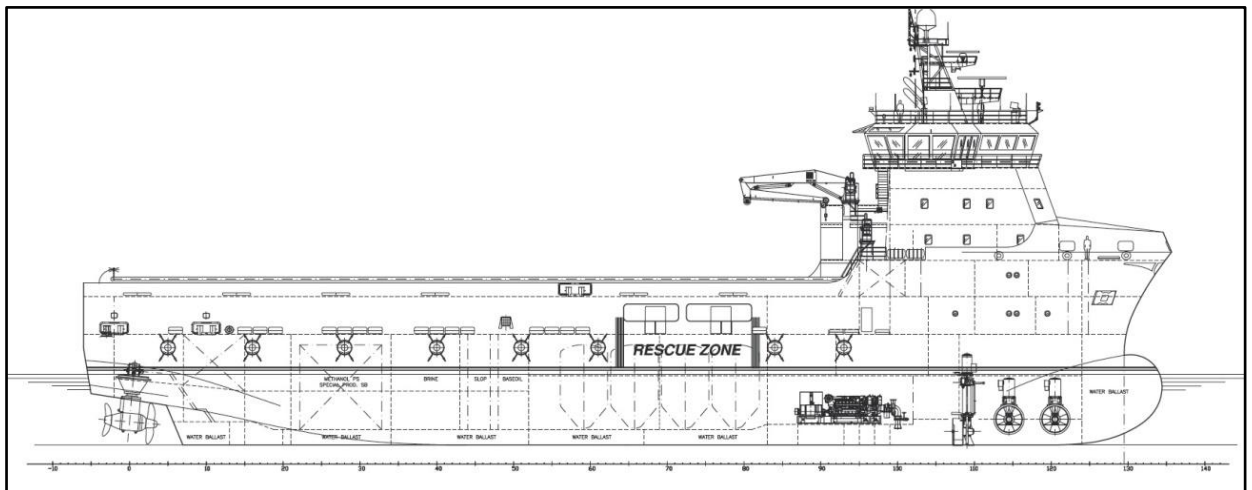


- BF1----- Bombas de trasiego F.O.
 BF2----- Bombas de circulación F.O.
 BF3----- Bombas Stand-By F.O.
- BA1----- Bombas de trasiego de aceite
 BA2----- Bombas de circulación de aceite
 BA3 ----- Bombas stand-BY Aceite
- BAD1 --- Bombas de agua dulce de refrigeración
 BAS ----- Bombas de agua de mar refrigeración
- BCI-----Bombas FiFi
 SAC ----Servicio de aire comprimido
 BL-----Bombas de lodos
 DEP----- Depuradoras F.O. y L.O.

Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición cámara de maquinas		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 10.1	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 10	Escala 1:200

Proyecto final de grado
Grado en ingeniería de propulsión y servicios del
buque 2015-2016

Buque de suministro a plataformas de
5000 TPM



Cuaderno 11

Diego Rodríguez Gosende



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO: 16-09 P

TIPO DE BUQUE : Buque de suministro a plataformas PSV (Platform Supply vessel)

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : Det Norske Veritas, Solas, Marpol, Reglamentación estándar

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 5000 TPM, carga mixta para suministro a plataformas (líquidos de perforación, cemento, agua potable, etc.), 1050 m² de espacio de carga en cubierta, lucha contra contaminación, Rescate Stand by.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA : 12 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía para 62 días de marcha.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : Bombas para realizar la operación de C/D en 10 horas, dos grúas de carga de 5t. Medios de limpieza de tanques.

PROPULSIÓN : Diesel eléctrica con DP2.

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 30 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES : Los habituales en este tipo de buques. Sistema de cálculo de las condiciones de carga.

Ferrol, Febrero de 2.016

ALUMNO : D. Diego Rodríguez Gosende

Índice

11.1 Introducción.....	4
11.2 Situaciones de operación.....	5
11.3 Consumidores.....	10
11.4 Balance eléctrico.....	29
11.5 Situación de emergencia.....	34
11.6 Generadores y planta eléctrica.....	35
11.7 Esquema unifilar.....	46
Bibliografía.....	48

Anexo I: Balance de carga

11.1 Introducción:

En el presente cuaderno, se procederá a definir la planta eléctrica del buque.

Para ello, se analizarán las diferentes situaciones de operación en las que actúa el buque, incluida la emergencia, y el consumo eléctrico asociado a ellas. Los consumidores eléctricos serán aquellos especificados en el cuaderno 12, más los auxiliares de los generadores y la iluminación.

Se tendrá en cuenta la potencia activa y reactiva requerida para los equipos con factor de potencia diferente a 1. En función de los resultados de este análisis, podremos empezar a buscar una planta generadora que satisfaga la demanda de la forma más favorable posible.

Una vez definidos los generadores, se precede a representar el resto de elementos que componen la planta eléctrica así como su posición en un esquema unifilar.

Teniendo en cuenta el reglamento de DNV que debemos acatar, debemos distinguir entre consumidores esenciales, importantes y aquellos que no lo son.

Servicios esenciales son aquellos a los que se ha de garantizar suministro eléctrico y cuyo buen funcionamiento es intrínseco a la operación y seguridad del buque. Servicios esenciales serán los auxiliares de los generadores, todo el equipo mecánico y eléctrico asociado a los pods, una ventilación mínima para el consumo de los motores y su gobierno y los sistemas de emergencia (que incluye achique sentinas, agua nebulizada, iluminación emergencia...) y comunicación en el puente. Todo sistema de supervisión y control de un sistema esencial lo será también.

Servicios importantes son aquellos cuyo funcionamiento debe darse sin problemas en la explotación del buque, pero cuya prioridad es inferior a los esenciales y pueden ser obviados en determinadas situaciones. Estos servicios serán el de fondeo y amarre, ventilación a plena potencia, hélices auxiliares, servicios de C/D, lastre y A.D. y la iluminación principal.

El resto de servicios tendrán un orden de importancia menor.

Nuestros generadores serán de 50 Hz, como es habitual en el espacio europeo. Tendremos embarrados de 690V para grandes consumidores, 440V para los equipos en general y 230V de alterna para ciertos equipos como la planta de control de D.P. y consumidores no trifásicos comunes.

Se menciona que todos los accionamientos eléctricos en cámara de maquinas disponen de un grado de protección IP 54. Según la norma internacional sobre grados de protección IEC 60529, esto significa que el equipo está protegido parcialmente contra polvo y contra chorros de agua a 10 litros por minuto y 0,8 bares. Cualquier motor eléctrico en cubierta tendrá un grado de protección IP 64.

Se considera buena practica sobredimensionar un 5% los resultados finales para sí ofrecer un margen razonable en caso de que a lo largo de la vida útil del buque se adquieran nuevos consumidores, y compensar la pérdida de eficiencia por desgaste y se sustituyan por otros menos eficientes.

Se recuerdan las dimensiones principales del buque:

L [m]	82,6
B [m]	19,8
T [m]	6,68
D [m]	8,25
Fn	0,217
Cb	0,740
Cp	0,770
Cm	0,960
Cf	0,823
Xcc[m]	43,19

11.2 Situaciones de operación:

A continuación definimos el perfil operativo de nuestro buque proyecto. Es una característica de este tipo de buques poseer un perfil operativo muy variado, con grandes variaciones de carga en función de la operación a realizar. Por tanto, es de gran importancia optimizar la planta teniendo

en cuenta todas las situaciones. Este pasará su vida útil repartiendo su tiempo entre:

- Tránsito y navegación con uso del D.P. para optimizar el rumbo
- Operación de C/D a una plataforma con uso del D.P.
- Estancia u operación de C/D en puerto
- Operación Contraincendios con uso del D.P.
- Situación de Stand by
- Eventual emergencia

Para estimar el peso de cada una nos basaremos en el trabajo realizado por Mats Johan Heian en su obra “Factores que influyen en la selección de sistemas de maquinaria para perfiles de operación complejos”, en la que analiza el perfil operativo de un PSV típico operando en el Mar del norte.

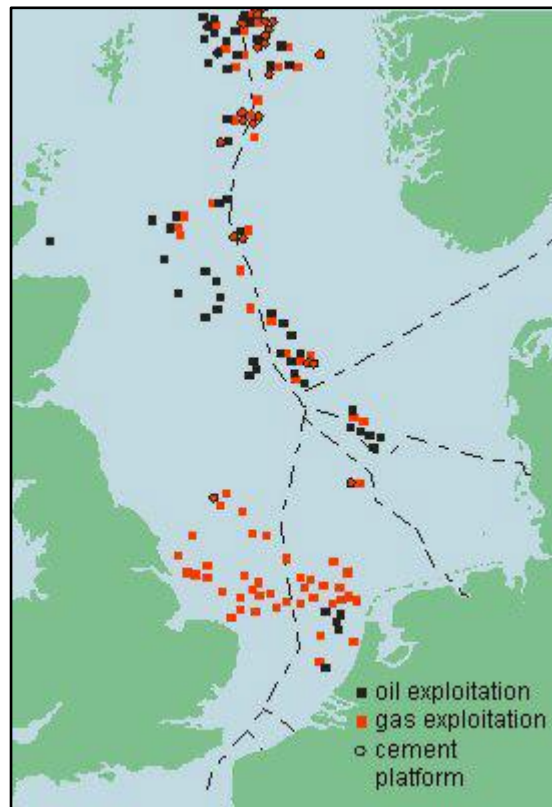
Debe mencionarse que este perfil es muy variable, dependiendo de forma importante de las necesidades particulares del armador y las plataformas. En la gran mayoría de los casos, hecho a medida. Un balance de carga aceptable solo sería posible tras un análisis más preciso sobre este perfil, que a su vez corre a cargo de un detallado estudio de explotación económica. Sin embargo, este nivel de detalle escapa al alcance del presente proyecto y por tanto nos ceñiremos a los datos típicos que se nos ofrecen.

Situación operacional	% de tiempo dedicado	% de pot. requerida sobre MCR
Tránsito demandante	5 %	80-90%
Tránsito no demandante	25 %	40%
D.P. demandante	10%	30-60%
D.P. no demandante	40%	10-30%
Puerto	20%	5%

Siendo las operaciones de C.I. y emergencia excepcionales a la rutina. Dadas las características operacionales de este buque, optamos por no realizar un análisis que diferencie el consumo nocturno del diurno.

Situación de tránsito:

La situación de tránsito no ocupa gran parte del tiempo del buque, dado que típicamente la distancia entre el yacimiento y la costa no es particularmente grande, como se aprecia en la siguiente imagen:



Tal y como se ha comentado en el cuaderno 1 y 6, existe una gran disparidad respecto a la velocidad de servicio y la máxima en los PSV. Esto se debe a que ocasionalmente, la plataforma puede requerir de forma urgente suministros debido a una avería. El coste de reducir o paralizar la explotación excede ampliamente el coste de combustible de un PSV navegando a máxima velocidad. Adicionalmente, el buque puede tener que hacer frente a las condiciones de mala mar propias del Mar del norte. Por tanto, se estudiará la situación de tránsito normal y económico a 12 nudos, y adicionalmente una situación de tránsito a máxima velocidad a 14,5 nudos. Teniendo en cuenta el tiempo que el buque dedica a cada una de estas situaciones, la optimización de consumo de la planta se hará respecto al tránsito normal.

Casi toda la potencia consumida se empleara en la propulsión y sus auxiliares, con un mínimo gasto en el sistema de posicionamiento

dinámico para optimizar el rumbo. La habilitación y sus servicios asociados operan según lo habitual. Los sistemas de lastre, C/D, achique de sentinas, FiFi, amarre, etcétera no estarán activos. Como medida para simplificar los cálculos, asumiremos que en caso de mala mar en tránsito habitual y sin particular emergencia, la velocidad se reduce para mantener el consumo estable.

Situación en puerto:

Asumiendo que nuestro buque no reciba suministro eléctrico del puerto, en general la carga será baja. La propulsión estará a la espera sin requerir energía, y los principales consumidores serán las bombas de C/D y servicio de lastre. Se tendrá también en cuenta el consumo de las máquinas de amarre. Debe tenerse en cuenta que la diferencia de alturas entre el muelle y el PSV proyecto, independientemente de las mareas, no puede compararse a la diferencia que debe salvarse para abastecer a una plataforma, y dado que es el puerto el que bombea la carga al buque, estos sistemas no estarán operando al 100% de su capacidad, pero por simplicidad y sobredimensionamiento aceptable, asumiremos que lo hacen. Fonda y habilitación operarán según lo habitual.

De todas formas, se instalarán los medios para recibir suministro eléctrico del puerto. La optimización de consumo en esta situación es importante, pero no prioritaria.

Carga y descarga a plataforma:

En esta situación, los consumidores serán todos los servicios asociados al C/D junto con el lastre y el servicio de posicionamiento dinámico para posibilitar la operación. Fonda y habilitación operarán según lo habitual.

El posicionamiento dinámico incluye el uso de todos los equipos de propulsión instalados. En condiciones de mar calmo, el consumo requerido oscila entre el 10% y el 20% de la potencia instalada. En las peores condiciones meteorológicas que posibiliten la operación de C/D, el consumo podría elevarse al 50%, pudiendo llegar al 60% pero difícilmente en conjunción con la cercanía a una plataforma. Los picos de carga y variaciones alcanzan entre el 30% y 40% en cortos periodos de tiempo, provocando regímenes transitorios de corriente y otras importantes

dificultades en la planta eléctrica. Adicionalmente, es posible que alguna hélice quede en el aire bajo el efecto de olas de gran magnitud, causando una variación en el régimen de carga muy importante.

Un requisito operacional razonable es el de ser capaz de pasar a plena potencia en menos de un minuto, de forma que sea posible distanciarse de la plataforma para evitar una colisión si es necesario.

Por lo tanto, el mayor desafío es el de adaptar la planta a un régimen tan sumamente variable. La flexibilidad de una planta propulsora Diesel eléctrica justifica su instalación en la mayoría de PSV.

“Stand by”

Será idéntica a la situación anterior, descontando los servicios de C/D y lastre al no estarse realizando ninguna acción salvo mantener la posición a la espera. En las peores condiciones asumimos una carga del 60% de la MCR sobre el sistema de D.P.

Operación C.I. FiFi:

Esta situación se sale del perfil operacional habitual dado que solo se da en caso de emergencia excepcional. En esta situación la eficiencia del consumo eléctrico deja de ser prioritaria. Únicamente se intentará cumplir el requisito de poder mantener la operación de C.I. durante un día completo según el requerimiento de clase FiFi I. En esta situación, los consumidores serán el posicionamiento dinámico con una demanda no excepcional y el equipo C.I. externo. Cualquier otro consumidor estará relegado a un segundo plano de importancia.

Se considera que en esta situación el control sobre el gobierno es principalmente humano a través del joystick en el puente, con auxilio de la automatización de control.

Emergencia

Esta hipotética pero realista situación solo se daría cuando el buque ha sido comprometido de alguna forma. Será absolutamente prioritario garantizar el suministro a los consumidores esenciales, como el sistema de C.I. propio, el servicio de achique, las comunicaciones en el puente, la iluminación de emergencia y un mínimo de gobierno y propulsión. Debería

proveerse suficiente potencia al menos a un pod para garantizar el gobierno sobre la nave. Esta generación de potencia se llevará a cabo por otro generador independiente situado sobre la cubierta principal.

11.3 Consumidores:

Dado que el objetivo principal del presente cuaderno es determinar nuestra planta generadora, y que en este caso la planta es Diesel-eléctrica, es imposible determinar el consumo de los auxiliares con precisión en una sola iteración.

Por tanto, asumiremos inicialmente que contamos con una planta generadora similar a la de Havila Commander. A partir de esto haremos un dimensionamiento preliminar del consumo eléctrico de los auxiliares de los generadores. Posteriormente, una vez hecho el balance, podremos comprobar como de aceptable han sido nuestras suposiciones. Para ser conservadores, aumentaremos los consumos un 10%.

Dado que contamos con el dato de su consumo máximo de combustible, $28,4 \text{ m}^3/24\text{h} = 1,18 \text{ m}^3/\text{h}$, podemos realizar varias estimaciones preliminares.

Respecto al sistema de trasiego, podemos dar por razonable que toda la cantidad de combustible a consumir en un día debería poder trasegarse al tanque de diario en una hora como mucho. Por lo tanto el caudal de una hipotética bomba de trasiego sería de $28,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Esta bomba no debería superar los 4 bares. Tomando la densidad del gasoil como $850 \text{ kg}/\text{m}^3$, y un rendimiento de la bomba de 0,6, determinamos la potencia necesaria demandada por la bomba:

$$P(W) = \frac{\frac{28,4 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 40 \text{ m} \cdot 850 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot g}{0,6} = 4384 \text{ W}$$

Asumiremos que el motor eléctrico, un motor de jaula de ardilla típico, tendrá un rendimiento de 0,8 y un factor de potencia de 0,89.

Las bombas de suministro de combustible las predimensionaremos considerando su caudal como el consumo ofrecido por el Havila

Commander, $1,18 \text{ m}^3/\text{h}$. Sin querer entrar en un detalle excesivo a este momento, asumiremos otros 4 bares de presión. La densidad de fluido y rendimientos serán iguales a la bomba de trasiego.

$$P(W) = \frac{\frac{1,18 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 40 \text{ m} \cdot 850 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6} = 182 \text{ W}$$

Se considerará también bombas de circulación de diario, que será idéntica a la anterior salvo por una presión requerida menor de 2 bares.

$$P(W) = \frac{\frac{1,18 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 20 \text{ m} \cdot 850 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6} = 91 \text{ W}$$

Respecto a la depuradora centrífuga, dando un vistazo a los catálogos de depuradoras de Alfa Laval, vemos que con 2,3 kW se supe ampliamente una depuradora con un caudal superior al suministrado por la bomba de combustible. Esta aproximación se considera suficiente en este punto.

Para predimensionar el aceite, echamos un vistazo a los requerimientos de consumo de aceite de los generadores del Havila Commander y de potencia similar. Obtenemos una cifra de $66 \text{ m}^3/\text{h}$ para el servicio de lubricación que alimenta las bombas. Necesitará 8 bares. La densidad del aceite lubricante se tomará como 930 kg/m^3 . La bomba tendrá un rendimiento relativamente bajo de 0,6.

$$P(W) = \frac{\frac{66 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 80 \text{ m} \cdot 930 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6} = 22\,293 \text{ W}$$

Las bombas de trasiego de aceite solo requerirá un caudal pequeño de $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ y una presión de 2 bar.

$$P(W) = \frac{\frac{0,5 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 20 \text{ m} \cdot 930 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6} = 42 \text{ W}$$

La depuradora tiene un caudal bastante bajo, dada las características del aceite, para lograr cumplir su propósito. Para un caudal de $2 \text{ m}^3/\text{h}$ su consumo es de 2,2 kW.

Para el servicio de agua de refrigeración, nos basaremos en lo especificado por el fabricante Wartsila. La bomba que da suministro al circuito de agua de alta temperatura tendrá un caudal de $50 \text{ m}^3/\text{h}$ y una presión de 3,6 bares.

$$P(W) = \frac{\frac{50 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 36 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,75} = 6537 \text{ W}$$

Para la bomba del circuito de baja temperatura:

$$P(W) = \frac{\frac{70 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 26 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,75} = 6610 \text{ W}$$

Se estima que el caudal de agua salada necesaria será la suma de los dos caudales previos, $120 \text{ m}^3/\text{h}$. La presión necesaria será la misma que para el circuito de baja temperatura.

$$P(W) = \frac{\frac{120 \text{ m}^3/\text{h}}{3600} \cdot 26 \text{ m} \cdot 1025 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,7} = 12\,445 \text{ W}$$

En conclusión, asumiendo que tendríamos una planta de cuatro generadores:

Sistema de Combustible G.O.		
Elemento	Número	Pot. unitaria requerida (kW)
Bomba de trasiego	2	4,384
Bomba principal	8	0,182
Bomba tanque diario	2	0,09
Depuradora	2	2,3

Sistema de Aceite L.O.		
Elemento	Número	Pot. unitaria requerida (kW)
Bomba de trasiego	2	0,042
Bomba principal	8	22,293
Bomba "stand by"	8	22,293
Depuradora	2	2,2

Sistema de refrigeración por A.D.		
Elemento	Número	Pot. unitaria requerida (kW)
Bomba de HT	8	6,537
Bomba de LT	8	6,61
Bomba de A.S.	8	12,445

Analizaremos el consumo eléctrico de estos equipos más en detalle mientras progresa el cuaderno.

Agruparemos los consumidores por grupos funcionales, detallando su número total instalado, número en servicio, voltaje de alimentación, intensidad absorbida, factor de potencia, rendimiento y potencias unitarias aparente, útil y absorbida.

A través del uso de tres coeficientes, determinaremos el consumo de cada equipo, ordinario y aparente, para cada situación. Estos coeficientes serán:

- **K_n , factor de simultaneidad:** $\frac{n^\circ \text{ equipos en funcionamiento}}{n^\circ \text{ equipos instalados}}$
- **K_r , factor de régimen:** $\frac{\text{Potencia absorbida}}{\text{Potencia instalada}}$
- **K_s , factor de servicio:** $\frac{\text{Horas de servicio al día}}{24 \text{ h}}$

Multiplicando estos tres factores, obtenemos un coeficiente K_u , factor de utilización, que expresa el uso al que se le somete al equipo.

A continuación analizaremos los diferentes grupos de sistemas en cada una de las situaciones operacionales.

Ejemplificaremos el proceso de cálculo con la depuradora de G.O.

Tendremos dos unidades instaladas, de las que en un momento dado solo estará una en servicio. Estará conectada a la red de 440 V trifásica. El accionamiento eléctrico tiene un factor de potencia de 0,86 y un rendimiento de 0,9.

Con esto podemos calcular la intensidad absorbida:

$$I (A) = \frac{\text{Potencia absorbida (W)}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Siendo la potencia absorbida unitaria la potencia útil unitaria requerida por el equipo dividida entre el rendimiento del accionamiento eléctrico.

$$I (A) = \frac{\frac{2,3 \text{ kW} / 0,9}{1000}}{\sqrt{3} \cdot 440V \cdot 0,86} = 3,89 \text{ A}$$

Con la intensidad podemos hallar la potencia aparente unitaria:

$$S (kVA) = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I}{1000} = \frac{\sqrt{3} \cdot 440V \cdot 3,9A}{1000} = 2,96 \text{ kVA}$$

Habiendo dos equipos instalados, y uno en servicio, K_n será 0,5. K_r se define como 0,9 ya que asumimos que motor eléctrico común que funciona como accionamiento trabaja a un régimen del 90% como es habitual y conveniente. K_s será 1 dado que este servicio opera de forma continua. Por tanto, el K_u de este equipo será de $0,5 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,45$

Para determinar la potencia activa y aparente consumida por el equipo, multiplicaremos la correspondiente potencia unitaria por el número de equipos instalados por el factor de utilización.

$$2,55 \text{ kW} \cdot 2 \cdot 0,45 = 2,295 \text{ kW}$$

$$2,96 \text{ kVA} \cdot 2 \cdot 0,45 = 2,668 \text{ kVA}$$

A continuación mostramos el cálculo de potencia requerido por los auxiliares de los generadores en situación de transito. Como se ha mencionado antes, está sobredimensionado para poder hacer una primera iteración conservadora.

Auxiliares a la propulsión															
Equipo	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia	η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Depuradora de G.O.	2	1	440	0,86	0,90	2,965	2,300	2,550	3,89	0,5	0,9	1	0,45	2,295	2,668
Bomba principal de G.O.	8	4	440	0,79	0,80	0,288	0,182	0,228	0,38	0,5	0,9	1	0,45	0,819	1,037
Bomba de tanque diario de G.O.	2	1	440	0,76	0,80	0,148	0,090	0,113	0,19	0,5	0,9	1	0,45	0,101	0,133
Bomba de Trasiego de HFO	2	1	440	0,89	0,80	6,157	4,384	5,480	8,08	0,5	0,9	0,04	0,02	0,206	0,231
Depuradora de Aceite	2	1	440	0,86	0,85	3,024	2,200	2,600	3,97	0,5	0,9	1	0,45	2,340	2,721
Bomba de lubricación principal	8	4	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,5	0,9	1	0,45	85,287	96,917
Bomba de lubricación "stand by"	8	0	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Bomba trasiego de aceite	2	1	440	0,76	0,83	0,067	0,042	0,051	0,09	0,5	0,9	0,04	0,02	0,002	0,003
Bomba de A.D. H.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,403	6,357	7,479	11,03	0,5	0,9	1	0,45	26,924	30,251
Bomba de A.D. L.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,738	6,610	7,776	11,47	0,5	0,9	1	0,45	27,995	31,455
Bomba de agua salada	8	4	440	0,89	0,85	16,451	12,445	14,641	21,59	0,5	0,9	1	0,45	52,708	59,223
TOTAL:				0,85	0,86	100,083		88,299						198,677	224,640

En resumen:

Auxiliares a la propulsión	Tránsito			
	Nº servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Depuradora de G.O.	1	0,45	2,295	2,668
Bomba principal de G.O.	4	0,45	0,819	1,037
Bomba de tanque diario de G.O.	1	0,45	0,101	0,133
Bomba de Trasiego de HFO	1	0,02	0,206	0,231
Depuradora de Aceite	1	0,45	2,340	2,721
Bomba de lubricación principal	4	0,45	85,287	96,917
Bomba de lubricación "stand by"	0	0,00	0,000	0,000
Bomba trasiego de aceite	1	0,02	0,002	0,003
Bomba de A.D. H.T.	4	0,45	26,924	30,251
Bomba de A.D. L.T.	4	0,45	27,995	31,455
Bomba de agua salada	4	0,45	52,708	59,223
TOTAL:			198,677	224,640

A lo que añadiremos unos 10 kW para reflejar el consumo de compresores en aire de arranque para la planta.

A medida que estudiemos las diversas situaciones operacionales, el número de equipos en servicio y su factor de utilización variaran.

Ahora que hemos ejemplificado el cálculo, se mostrará únicamente la tabla resumen de cada grupo de consumidores en cada situación y después se estudiara el resumen de la situación operacional.

La hoja de cálculo donde se realiza el balance detallado se dispondrá en los anexos para poder ser consultada con mayor facilidad, dada su magnitud.

A continuación estudiaremos el consumo de este grupo para todas las diferentes situaciones. Sin embargo, dado que este grupo en concreto es una estimación directamente ligada a los generadores en funcionamiento y dichos generadores siempre estarán en funcionamiento salvo en emergencia, es razonable y conservador pensar que este consumo es el mismo para todas las situaciones salvo emergencia.

Para poder juzgar el consumo de los auxiliares del generador de emergencia, solo contamos con la referencia de que el generador de

emergencia en los buques que conforman nuestra base de datos oscila entre los 200 kW y los 375 kW. Se considera más práctico sobredimensionar este en un 10% al definir la condición de emergencia.

Sistema de C.I.

Dada la gran potencia requerida por la bomba para las operaciones FiFi, el pico de arranque puede ser problemático para la planta eléctrica y por ello se tendrá particular cuidado con las protecciones eléctricas contra sobrecarga y la conexión con el resto de la red. Siguiendo las indicaciones del texto “Maritime Electrical Installations and Diesel Electrical Propulsion”, estudiaremos instalar un elemento arrancador estático a base de tiristores. Sin embargo, el cálculo de transitorios y el dimensionamiento de dicho elemento está muy lejos del alcance del presente proyecto.

Otra solución, más práctica, frecuente y mucho más barata, sería un accionamiento mecánico con los generadores.

Optaremos por esta última opción. Con un consumo de 1,7 MW, es razonable suponer que un generador con un motor diesel de 1,9 MW, típicamente instalado en los buques de la base de dato, da abasto a una de las bombas en un régimen de funcionamiento aceptable si se lo libera del servicio de generación eléctrica y se relega esta tarea a los restantes generadores.

En operación FiFi:

Sistemas C.I.	Operación FiFi			
	N° servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Equipo				
Bomba Lanzas y aspersores	1	0,45	1532,842	1703,158
Bomba tomas cubierta	1	0,45	139,765	155,294
Equipo Agua nebulizada	0	0,00	0,000	0,000
TOTAL:			1672,607	1858,452

En situación de emergencia, asumiremos el agua nebulizada y las tomas de cubierta en funcionamiento.

Sistemas C.I.	Emergencia			
	N° servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Equipo				
Bomba Lanzas y aspersores	0	0,00	0,000	0,000
Bomba tomas cubierta	1	0,45	139,765	155,294
Equipo Agua nebulizada	1	0,90	69,750	77,500
TOTAL:			209,515	232,794

Sistema A.D. y residuales:

Contabilizaremos el consumo de la planta de tratamiento de aguas.

En situación de tránsito, y en todas las situaciones salvo emergencia:

Sistemas A.D. & Res.	Tránsito			
	N° servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Equipo				
Potabilizadora	1	0,68	0,105	0,105
Bombas circulación	2	0,20	7,619	8,466
Calentador	1	0,30	23,250	23,250
Planta tratamiento aguas residuales	1	0,68	5,360	6,091
Bomba circulación residual	1	0,20	0,905	1,006
TOTAL:			37,240	38,918

En emergencia este servicio no será imprescindible y se asumirá que no recibirá potencia.

Sistemas de lastre y C/D:

Estos sistemas solo estarán en servicio en las condiciones de C/D a plataforma y puerto. Se estudiarán estas dos por separado, asumiendo que dando abasto a una plataforma las bombas funcionarán al 90%, y en puerto solo al 30%.

Al realizar un balance eléctrico a este nivel de detalle, estamos asumiendo que todas las bombas están moviendo carga durante 10 horas de operación de forma simultánea. Es necesario mencionar que la realidad es diferente, tal y como ejemplifican las secuencias de carga de los buques Havila consultables en los Anexo del cuaderno 1.

Para la operación de suministro a plataforma, con los equipos funcionando al 90% de su capacidad máxima:

Sistemas Lastre & C/D	C D plataforma			
	N° servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Bombas lastre	2	0,25	116,471	129,412
Bombas F.O.	2	0,38	68,502	76,114
Calentador F.O.	1	0,38	202,806	202,806
Bombas metanol	2	0,38	18,388	20,431
Bombas salmuera	2	0,38	103,835	115,373
Bombas lodo	4	0,38	207,671	230,745
C/D granel seco	2	0,38	281,250	312,500
Grúa de carga	1	0,38	44,118	51,903
TOTAL:			1043,041	1139,284

Para la operación en puerto, suponemos que las bombas solamente necesitarán una presión de 3 bares en lugar de las altas presiones necesarias para vencer la diferencia de altura del manifold de la

plataforma. Esto se traduce en que el factor K_r rondará 0,3. La grúa no variaría su factor, y las bombas de mayor capacidad, las de lodos y salmueras, se tomarán como 0,5.

Sistemas Lastre & C/D		Puerto		
Equipo	N° servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Bombas lastre	2	0,08	38,824	43,137
Bombas F.O.	2	0,13	22,834	25,371
Calentador F.O.	1	0,38	202,806	202,806
Bombas metanol	2	0,13	6,129	6,810
Bombas salmuera	2	0,21	57,686	64,096
Bombas lodo	4	0,21	115,373	128,192
C/D granel seco	2	0,21	156,250	173,611
Grúa de carga	1	0,38	44,118	51,903
TOTAL:			644,020	695,927

En cualquier otra situación, estos sistemas se considerarán fuera de servicio.

Sistemas de salvamento y emergencia:

Aunque el achique de sentinas y el bote de rescate pueden llegar a ver uso sin que ello signifique que los generadores principales estén fuera de servicio, la situación más restrictiva es la de emergencia y por ello se los contará en esta situación y no en las demás.

Sistemas Salvamento		Tránsito		
Equipo	N° servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Bomba Sentina	2	0,60	70,105	77,895
Pescante bote rescate	1	0,90	79,412	88,235
TOTAL:			149,517	166,130

Ventilación y A.C:

Dado que nuestro objetivo es dimensionar adecuadamente los generadores, asumiremos que tanto la ventilación de máquinas como el equipo de A/C están funcionando todo el día a potencia nominal. Este uso se dará en todas las situaciones salvo en emergencia.

Ventilación y A/C				
Equipo	N° servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Ventilación máquinas	5	0,90	55,000	61,798
Equipo A/C	1	0,90	88,000	98,876
TOTAL:			143,000	160,674

Consumidores habitación, talleres:

Aquí consideraremos todos los consumidores asociados con la cocina, lavandería, talleres, etc...

Como es típico, este consumo se dará en toda situación salvo en emergencia.

Habitación y talleres				
Equipo	N° servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Horno	1	0,15	1,667	1,667
Plancha cocina	1	0,15	0,500	0,500
Freidora	1	0,2	0,417	0,417
Lavavajillas	1	0,45	3,176	3,737
Compresores Gambuza	1	0,30	6,667	6,667
Electrodomesticos	10	0,08	1,313	1,458
Lavadora	1	0,08	1,941	2,284
Secadora	1	0,08	0,931	1,096
Torno	1	0,30	11,667	11,667
Herramientas	10	0,00	0,000	0,000
TOTAL:			59,890	62,316

Iluminación:

Dado que aún no ha sido considerada, procederemos a estudiar la potencia necesaria para la iluminación principal y de emergencia para los espacios del buque.

Existe una gran diferencia de potencia e instalación entre el alumbrado exterior, más potente y protegido, y el alumbrado interior más similar a un edificio en tierra firme.

Es esencial garantizar el suministro eléctrico a las luces de navegación, y a la iluminación de cubierta según se especifica en el reglamento para evitar abordajes.

Sin embargo, el consumo eléctrico de estas luces es despreciable si lo comparamos con la potencia instalada en nuestra propulsión eléctrica, por lo tanto se omitirá el cálculo.

Nuestras áreas exteriores a iluminar serán: accesos a la superestructura, cubierta de amarre y fondeo, cubierta de carga y cubierta magistral.

Para la iluminación de accesos y cuadros eléctricos/ paneles de control de equipos, se dispondrán tubos fluorescentes debidamente aislados e impermeabilizados. Se instalarán 15 unidades, con dos tubos cada una, con una potencia de 20W cada una.

Para la iluminación abundante de los espacios de trabajo en cubierta, se instalaran focos halógenos. En total instalaremos 6 unidades de 250 W y 4 de 400W.

Para la iluminación interior, se usara la siguiente tabla extraída del libro “Electricidad aplicada al Buque” de Manuel Baquerizo:

Iluminaciones aconsejadas		
Espacios	Iluminancia (lux)	
	Mínimo	Máximo
Camarote oficialidad	200	250
Camarote tripulación	150	200
Pasillo tripulación	100	150
Local reunión tripulación	200	400
Local servicio	250	300
Enfermería	500	1000
Puente descubierto	20	40
Puente de botes	10	20
Máquinas	300	450
Puesto de maniobra	500	750
Calderas	250	350
Túneles	100	150
Taller de montaje	1000	2000
Taller de maquinaria	500	1000
Sala de dibujo	750	1500
Oficina	400	750

De la que usaremos los valore medios.

Esta información se usara en la siguiente fórmula:

$$F = E \cdot S \cdot F_d / F_u \text{ (lumenes)}$$

Con E el valor de la tabla correspondiente para el espacio en luxes

S la superficie en m² del espacio

F_d un factor de suciedad entre 1,25 y 2,5 dependiendo del espacio. Aunque suponemos una adecuado nivel de limpieza en nuestro buque, tomaremos 2 de forma inicial.

F_u contempla ciertas características como la incidencia directa o indirecta de la iluminación y de cómo de abierto y franco sea el espacio a través de otro coeficiente K. Dada la regularidad de las dimensiones de nuestros espacios, tomaremos F_u 0,55.

F_d / F_u será 3,7.

Si utilizamos una fuente luminosa de estilo LED, muy versátil, tendremos un consumo eléctrico de alrededor de 0,015 W/lumen.

A continuación se muestra una tabla resumen con los lúmenes necesarios estimados para cada espacio del buque y la potencia asociada a la iluminación:

Espacio	Superficie(m2)	E (lux)	F (lumen)	Potencia (kW)
Puente	213	625	73218,75	1,0983
Local A/C	55,1	300	9091,5	0,1364
Local Inst.	82,74	750	34130,25	0,5120
Guardacalor	82,5	125	5671,875	0,0851
Tronco Escaleras	52,44	125	3605,25	0,0541
Pasillos	39,95	125	2746,5625	0,0412
Cam. Capitán	33,14	225	4101,075	0,0615
Cam. Jefe M	30,74	225	3804,075	0,0571
Cam. Of. Indiv.	24,88	225	3078,9	0,0462
Cam. Of. Doble	26,08	225	3227,4	0,0484
Oficina oficiales	6,2	575	1960,75	0,0294
Camarote doble	167,2	175	16093	0,2414
Camarote indiv	20	175	1925	0,0289
Local emergencia	21,2	150	1749	0,0262
Salón 1	22,55	300	3720,75	0,0558
Salón 2	15,21	300	2509,65	0,0376
Comedor	46	300	7590	0,1139
gambuza cong.	21,36	120	1409,76	0,0211
gambuza fresco	15,51	120	1023,66	0,0154
gambuza seco	20,6	120	1359,6	0,0204
cocina	37,24	400	8192,8	0,1229
estación bombero	10	100	550	0,0083
pañol contramaestre	31,52	300	5200,8	0,0780
Local basura	5,5	200	605	0,0091
Local incineradora	7,9	200	869	0,0130
Hospital	22	750	9075	0,1361
Taller	6	750	2475	0,0371
Lavandería	11,6	200	1276	0,0191
Oficina	9,57	575	3026,5125	0,0454
Paños	24,52	75	1011,45	0,0152

pañol supervivencia	12,33	200	1356,3	0,0203
sala guardia	36,4	175	3503,5	0,0526
local propulsores proa	89,85	375	18531,563	0,2780
pañol maquinas	3,8	200	418	0,0063
taller	8,5	750	3506,25	0,0526
Entrepuesto maquinas	183	375	37743,75	0,5662
local cuadro electrico	96	375	19800	0,2970
Espacio carga	120,9	200	13299	0,1995
Sala bombas	83	200	9130	0,1370
Local bomba C.I.	22,5	200	2475	0,0371
emergencia				
Local pods	76,6	375	15798,75	0,2370
Cámara maquinas	253,8	375	52346,25	0,7852

Que en total suma unos 5,88 kW en iluminación interior.

La iluminación en situación de emergencia estará garantizada por baterías y su potencia se estima en 0,5 kW.

La iluminación, en cualquier situación salvo en emergencia, resulta ser:

Iluminación		N° servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Equipo					
Fluorescentes Exterior		15	0,70	0,221	0,233
Focos Exterior 250W		6	0,70	1,167	1,167
Focos Exterior 400W		4	0,70	1,244	1,244
Iluminación interior		1	0,70	4,116	4,116
TOTAL:				6,748	6,760

Amarre y fondeo

El sistema de amarre y fondeo solo será usado en puerto, y en situación de fondeo que lo permita. En una situación de stand-by en la zozca del yacimiento probablemente no sea viable y se dependa del sistema de posicionamiento dinámico. En fondeo solo se hará uso del molinete del ancla, y en puerto de las líneas de amarre.

Amarre y fondeo	Stand By Fondeo			
	Nº servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Molinete	0	0,90	105,882	117,647
Cabestrantes	0	0,00	0,000	0,000
TOTAL:			105,882	117,647

Amarre y fondeo	Puerto			
	Nº servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Molinete	0	0,00	0,000	0,000
Cabestrantes	4	0,90	215,153	239,059
TOTAL:			215,153	239,059

Propulsión y D.P:

Tal y como se ha mencionado al principio del presente cuaderno, la potencia que recibe el sistema de propulsión varía notablemente según la situación y condición meteorológica. Dado que es el consumidor más importante de potencia eléctrica se considera necesario analizar la variación de demanda asociada.

Aunque el proyecto de un PSV destaca por su interesante y complejo sistema eléctrico, y el potencial de estudio y optimización que a día de hoy se puede realizar sobre este campo en desarrollo, es muy difícil realizar un análisis serio sobre el tema sin un exigente nivel de formación específica.

Por desgracia, un estudio detallado de la variación de la carga de los motores eléctricos y todos los efectos que conlleva sobre la planta eléctrica escapa al alcance del presente trabajo y de los conocimientos generales sobre electricidad naval que se le suponen a un ingeniero técnico. En realidad, este es un campo muy específico y complejo con cabida para un notable desarrollo y optimización.

Por tanto, a efectos del presente cuaderno y proyecto, se decide analizar las situaciones más dispares sin salirse de la operación típica que se muestran en “Factores que influyen en la selección de sistemas de

maquinaria para perfiles de operación complejos”. Se cuidará en lo más posible que la carga de los generadores sea la adecuada en todos los casos.

La tensión de alimentación de los Pods, siendo su potencia máxima de 3,9 MW, será de 690V tal y como recomienda ABB. Tras consulta directa con el fabricante, se han podido obtener los valores de rendimiento y factor de potencia de los pods, su gobierno y el convertidor de frecuencia asociado.

Para la situación de tránsito rutinaria en el cuaderno 6 se definió que los pods debían consumir 3800 kW. Si usamos la función “buscar objetivo” de Excel, determinamos que los pods funcionan al 47,256% de su MCR, lo cuál encaja aceptablemente con el dato ilustrativo ofrecido de 40% de la potencia instalada.

Para el tránsito demandante, se pondrán los pods a funcionar al 90% de su capacidad.

El consumo máximo de los sensores y el control asociado es de 345 W, la mayoría de la estación de control. El consumo típico es de 160 W.

Servicios propulsión	Tránsito no demandante			
Equipo	Nº servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Azipod CO 1250	2	0,47	3838,384	4040,404
Viradores pods	2	0,10	24,242	26,936
Hélice retractil RR	1	0,10	92,632	97,507
Hélice transversal	0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	1	0,23	0,159	0,159
TOTAL:			3955,417	4165,006

Servicios propulsión	Tránsito demandante			
Equipo	Nº servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Azipod CO 1250	2	0,90	7310,216	7694,964
Viradores pods	2	0,90	218,182	242,424
Hélice retractil RR	1	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	1	0,23	0,159	0,159
TOTAL:			7528,556	7937,547

Si usamos la indicación de un uso del 30% de MCR para una situación de posicionamiento dinámico en condiciones no demandante, y una media de 50% en las peores condiciones:

Servicios propulsión		D.P no demandante		
Equipo	Nº servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Azipod CO 1250	2	0,30	2436,739	2564,988
Viradores pods	2	0,90	218,182	242,424
Hélice retractil RR	1	0,30	277,895	292,521
Hélice transversal	2	0,30	631,579	664,820
Control y sensores	1	0,23	0,159	0,159
TOTAL:			3564,553	3764,912

Servicios propulsión		D.P. demandante		
Equipo	Nº servicio	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
Azipod CO 1250	2	0,50	4061,231	4274,980
Viradores pods	2	0,90	218,182	242,424
Hélice retractil RR	1	0,50	463,158	487,535
Hélice transversal	2	0,50	1052,632	1108,033
Control y sensores	1	0,23	0,159	0,159
TOTAL:			5795,361	6113,131

Es razonable asumir que aunque la carga sobre la propulsión llega al 60% en malas condiciones, ante una inclemencia meteorológica sería no sería conveniente realizar la operación de C/D a la plataforma.

11.4 Balance eléctrico:

A continuación se exponen tablas resumen que contienen la potencia demandada por todos los grupos en las diferentes situaciones.

Tránsito no demandante		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	203,971	230,394
C.I.	0,000	0,000
Agua dulce	37,240	38,918
C/D	0,000	0,000
Salvamento	0,000	0,000
Ventilación	143,000	160,674
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	6,748	6,760
Amarre y fondeo	0,000	0,000
Propulsión	3862,785	4067,499
Consumo Total:	4285,355	4537,069

Tránsito demandante		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	203,971	230,394
C.I.	0,000	0,000
Agua dulce	37,240	38,918
C/D	0,000	0,000
Salvamento	0,000	0,000
Ventilación	143,000	160,674
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	6,748	6,760
Amarre y fondeo	0,000	0,000
Propulsión	7528,556	7937,547
Consumo Total:	7951,126	8407,117

C/D no demandante		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	203,971	230,394
C.I.	0,000	0,000
Agua dulce	37,240	38,918
C/D	1043,041	1139,284
Salvamento	0,000	0,000
Ventilación	143,000	160,674
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	6,748	6,760
Amarre y fondeo	0,000	0,000
Propulsión	3564,553	3764,912
Consumo Total:	5030,164	5373,766

C/D demandante		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	203,971	230,394
C.I.	0,000	0,000
Agua dulce	37,240	38,918
C/D	1043,041	1139,284
Salvamento	0,000	0,000
Ventilación	143,000	160,674
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	6,748	6,760
Amarre y fondeo	0,000	0,000
Propulsión	5795,361	6113,131
Consumo Total:	7260,972	7721,985

Puerto		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	203,971	230,394
C.I.	0,000	0,000
Agua dulce	37,240	38,918
C/D	644,020	695,927
Salvamento	0,000	0,000
Ventilación	143,000	160,674
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	6,748	6,760
Amarre y fondeo	215,153	239,059
Propulsión	0,000	0,000
Consumo Total:	1281,743	1404,556

"Stand by" no demandante		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	203,971	230,394
C.I.	0,000	0,000
Agua dulce	37,240	38,918
C/D	0,000	0,000
Salvamento	0,000	0,000
Ventilación	143,000	160,674
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	6,748	6,760
Amarre y fondeo	0,000	0,000
Propulsión	3564,553	3764,912
Consumo Total:	3987,123	4234,482

"Stand by" demandante		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	203,971	230,394
C.I.	0,000	0,000
Agua dulce	37,240	38,918
C/D	0,000	0,000
Salvamento	0,000	0,000
Ventilación	143,000	160,674
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	6,748	6,760
Amarre y fondeo	0,000	0,000
Propulsión	6910,765	7287,240
Consumo Total:	7333,335	7756,811

Fondeo		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	203,971	230,394
C.I.	0,000	0,000
Agua dulce	37,240	38,918
C/D	0,000	0,000
Salvamento	0,000	0,000
Ventilación	143,000	160,674
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	6,748	6,760
Amarre y fondeo	105,882	117,647
Propulsión	0,000	0,000
Consumo Total:	528,453	587,217

Operación FiFi		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	203,971	230,394
C.I.	1672,607	1858,452
Agua dulce	37,240	38,918
C/D	0,000	0,000
Salvamento	0,000	0,000
Ventilación	143,000	160,674
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	6,748	6,760
Amarre y fondeo	0,000	0,000
Propulsión	3564,553	3764,912
Consumo Total:	5659,730	6092,934

11.5 Situación de emergencia:

Los requerimientos mínimos que debemos mantener ante la pérdida de la planta eléctrica principal vienen marcados por el SOLAS en el *Cap.II-1, Parte D, Regla 43: Fuente de energía eléctrica de emergencia en los buques de carga*. Así como en el reglamento de DNV Parte 4, Sección 8, Capítulo 2 sobre las instalaciones eléctricas de emergencia.

En primer lugar, el reglamento DNV especifica que no se ha de usar la generación de emergencia con fines propulsivos. Observando la potencia de emergencia instalada en los buques que conforman la base de datos, y comparándola con la potencia de los generadores principales, podemos concluir que la situación de emergencia conlleva la pérdida de la capacidad de propulsión y de gobierno.

La potencia de emergencia deberá poder suministrar la electricidad para:

- Alumbrado de emergencia en las zonas de reunión y embarque durante 3 horas
- Alumbrado de emergencia por 18 horas en pasillos, escaleras, espacios de maquinaria y trabajo, locales de control, pañol de bombero y supervivencia, local de emergencia y locales de pods. Esto incluirá el normal funcionamiento de las luces de navegación.

- Equipos de navegación, de control, sistemas de alarmas y detección C.I., sistemas de comunicación interna y de emergencia por 18 horas
- Sistemas C.I. propios por 18 horas.

Se considera de buena práctica que las bombas de achique de sentina, el pescante del bote de rescate y al menos uno de los ventiladores pueda funcionar en esta situación.

Con estas consideraciones, definimos el balance de emergencia:

Emergencia		
<u>Consumidor</u>	<u>Pot. Act. (kW)</u>	<u>Pot. Apa. (kVA)</u>
Auxiliares	0,000	0,000
C.I.	209,515	232,794
Agua dulce	0,000	0,000
C/D	0,000	0,000
Salvamento	149,517	166,130
Ventilación	11,000	12,360
Habilitación	31,612	32,825
Iluminación	4,131	4,132
Amarre y fondeo	0,000	0,000
Propulsión	0,000	0,000
Consumo Total:	405,774	448,240

Está potencia será suministrada por un generador de emergencia, y varios grupos de baterías cercanos a los consumidores especificados en el reglamento.

11.6 Generadores y planta eléctrica:

Debemos dimensionar la planta eléctrica considerando un 5% adicional a nuestros consumos, así como un número mínimo de generadores “n” de forma que n-1 sean capaces de suministrar la potencia necesaria. Comenzaremos a buscar por generadores que suministren un tercio de la potencia demandada más alta a la que se le suma un margen del 5%: 8827 kVAs. Buscaremos generadores alrededor de las 2942 kVAs.

Tras consultar la detallada oferta de Wärtsilä para grupos diesel generadores a gasoil, nos centramos en la serie 32.

Wärtsilä Genset 32				IMO Tier II				
Cylinder bore	320 mm		Generator voltage	0.4–13.8 kV				
Piston stroke	400 mm		Generator efficiency	0.95–0.97				
Cylinder output	480, 500, 560, 580 kW/cyl		Fuel specification: Fuel oil					
Speed	720, 750 rpm		700 cSt/50°C	7200 sR1/100°F				
Mean effective pressure	24.9, 28.9 bar		ISO 8217, category ISO-F-RMK 700					
Piston speed	9.6, 10.0 m/s		SFOC 175 g/kWh at ISO condition					
Rated power								
Engine type	60 Hz/720 rpm				50 Hz/750 rpm			
	560 kW/cyl		480 kW/cyl		580 kW/cyl		500 kW/cyl	
	Engine kW	Gen. kW	Engine kW	Gen. kW	Engine kW	Gen. kW	Engine kW	Gen. kW
6L32	3 360	3 230	2 880	2 760	3480	3340	3 000	2 880
7L32	–	–	3 360	3 230	–	–	3 500	3 560
8L32	4 480	4 300	3 840	3 690	4 640	4 450	4 000	3 840
9L32	5 040	4 840	4 320	4 150	5 220	5 010	4 500	4 320
12V32	6 720	6 450	5 760	5 530	6 960	6 680	6 000	5 760
16V32	8 960	8 600	7 680	7 370	9 280	8 910	8 000	7 680
18V32	–	–	8 640	8 290	–	–	9 000	8 640

Table 1.1.1 Rating table for Wärtsilä 32

Cylinder configuration	Main engines	Generating sets			
	750 rpm	720 rpm		750 rpm	
	[kW]	Engine [kW]	Generator [kVA]	Engine [kW]	Generator [kVA]
W 6L32	3000	2880	3460	3000	3600
	3480	3360	4030	3480	4180
W 7L32	3500	3360	4030	3500	4200
W 8L32	4000	3840	4610	4000	4800
	4640	4480	5380	4640	5570
W 9L32	4500	4320	5180	4500	5400
	5220	5040	6050	5220	6260
W 12V32	6000	5760	6910	6000	7200
	6960	6720	8060	6960	8350
W 16V32	8000	7680	9220	8000	9600
	9280	8960	10750	9280	11140
W 18V32	9000	8640	10370	9000	10800

Nuestros consumidores serán de 50 Hz para hacernos más compatibles con el espacio europeo donde opera el buque.

Atendiendo a la recomendación en “Maritime Electrical Installations and Diesel Electrical Propulsion” de hacer un numero par de generadores para lograr una planta simétrica, y a la configuración típica de los buques modelos, escogeremos 4 generadores.

A continuación comprobaremos a que carga funcionarían para elegir la alternativa más conveniente. La carga óptima de los generadores eléctricos es entre 85% y 95% de las kVAs generadas. Un valor entre el 70% y el 85% es admisible. No se considera deseable una carga bajo el 70%

Wärtsila 6L32					
Situación	Pot. Req. (kVA)	% tiempo	N° Gen servicio	Pot. Gen. (kVA)	% carga
Transito no demandante	4763,85	25	2	7200	66
Transito demandante	8827,35	5	3	10800	82
C/D plataforma no demandante	5641,65	40	2	7200	78
C/D plataforma demandante	8107,05	10	3	10800	75
Puerto	1474,2	20	1	3600	41
"Stand-by" no demandante	4445,7		2	7200	62
"Stand-by" demandante	8143,8		3	10800	75
Fondeo	616,35		1	3600	17
Operación FiFi	6396,6		2	7200	89

Aunque aceptable, la planta está lejos de estar en condiciones optimas. Siendo este modelo el generador más pequeño de la serie, consideramos consultar otra serie de generadores

Si ahora estudiamos generadores que consuman HFO, y miramos la serie 26 de Wärtsila:

Rated power: Generating sets				
Engine type	Output at 900 rpm/60 Hz		Output at 1000 rpm/50Hz	
	kW	kWe	kW	kWe
6L26	1 950	1 882	2 040	1 969
8L26	2 600	2 509	2 720	2 625
9L26	2 925	2 823	3 060	2 953
12V26	3 900	3 764	4 080	3 937
16V26	5 200	5 018	5 440	5 250

Table 1.1.1 Rating table for Wärtsilä 26

Cylinder configuration	Main engines		Generating sets			
	900 rpm	1000 rpm	900 rpm		1000 rpm	
	[kW]	[kW]	[KVA]	[kWe]	[KVA]	[kWe]
6L26	1950	2040	2352	1882	2461	1969
8L26	2600	2720	3136	2509	3281	2625
9L26	2925	3060	3528	2823	3691	2953
12V26	3900	4080	4704	3764	4922	3937
16V26	5200	5440	6273	5018	6562	5250

	Wärtsila 8L26				
Situación	Pot. Req. (kVA)	% tiempo	N° Gen servicio	Pot. Gen. (kVA)	% carga
Transito no demandante	4763,85	25	2	6562	73
Transito demandante	8827,35	5	3	9843	90
C/D plataforma no demandante	5641,65	40	2	6562	86
C/D plataforma demandante	8107,05	10	3	9843	82
Puerto	1474,2	20	1	3281	45
"Stand-by" no demandante	4445,7		2	6562	68
"Stand-by" demandante	8143,8		3	9843	83
Fondeo	616,35		1	3281	19
Operación FiFi	6396,6		2	6562	97

Wärtsila 6L26					
Situación	Pot. Req. (kVA)	% tiempo	Nº Gen servicio	Pot. Gen. (kVA)	% carga
Transito no demandante	4763,85	25	2	4922	97
Transito demandante	8827,35	5	3	7383	120
C/D plataforma no demandante	5641,65	40	3	7383	76
C/D plataforma demandante	8107,05	10	3	7383	110
Puerto	1474,2	20	1	2461	60
"Stand-by" no demandante	4445,7		2	4922	90
"Stand-by" demandante	8143,8		3	7383	110
Fondeo	616,35		1	2461	25
Operación FiFi	6396,6		3	7383	87

Por tanto, de las opciones consultadas, la más conveniente resulta **4 generadores Wärtsila 8L26 de 3281 kVAs con motor de 3720 kW**. Esta elección supone adaptar el proyecto a consumir H.F.O.

Estos generadores presentan un buen porcentaje de carga en las situaciones de C/D a la plataforma, en donde el buque emplea aproximadamente la mitad de su vida útil, así como una carga optima en situación de transito a máxima velocidad.

La proporción de carga en transito estándar no resulta tan interesante, pero esto puede suplirse aumentando la velocidad del buque hasta

alcanzar una carga más interesante, resultando en una solución ventajosa para la explotación del buque.

En la situación de stand-by con mar bravo hay una carga aceptable, lo cual favorece bastante la elección de estos generadores, aunque con mar calmo no sea particularmente favorable.

La situación de puerto es bastante mala. Sería de gran interés depender de la alimentación desde tierra en puerto siempre que sea posible.

La situación de fondeo es totalmente indeseable, pero es una situación menos importante que las demás. De todas formas, esta planta eléctrica se beneficiaría de minimizar los periodos de inactividad del buque.

La operación FiFi muestra una carga elevada pero deseable. En todo caso, siempre cabe la posibilidad de conectar a barras un tercer generador. Aunque disminuya el porcentaje de cara, el rendimiento de la planta es secundario ante la seriedad de un incendio en la plataforma.

Como generador de emergencia, se elige el modelo **Wärtsila Auxpac 16 455W5L16**, con una capacidad de 455 kWe:

Pre-Engineered Medium-Speed Generating Sets					
Main data of generators	60 Hz	50 Hz	IMO Tier II/Tier III		
Voltage	450, 690, 6600 V	400, 690, 6600 V	Fuel specification:		
Protection class	IP 23, IP 44 *	IP 23, IP 44 *	Fuel oil	700 cSt/50°C	
Temperature rise and isolation	Class F	Class F	ISO 8217, category ISO-F-RMK 55		
Cooling	Air, water *	Air, water *	* Option		
A16 – Rated power, dimensions (mm) and weights (tonnes)					
60Hz	Output (kWe)	A	E	L	Weight
525W5L16	525	4 530	1 400	1 960	9.8
630W6L16	630	4 787	1 400	1 960	10.8
735W7L16	735	5 050	1 400	1 960	11.8
50Hz					
455W5L16	455	4 530	1 400	1 960	9.8
545W6L16	545	4 787	1 400	1 960	10.8
635W7L16	635	5 050	1 400	1 960	11.8

Tal y como obliga el SOLAS, este generador de emergencia podrá ser arrancado usando una reserva de aire comprimido que podrá obtenerse a través de un compresor alimentado por un motor a combustión interna arrancable a mano.

Como se ha ido estableciendo a medida que se trataba el cuaderno, tendremos varios embarrados a bordo. Serán de 50 Hz, dado que este es el estándar europeo.

Tendremos una tensión de 690 V para los propulsores de a bordo y para ciertos consumidores como los ventiladores y el equipo de agua nebulizada, un embarrado a 440 V para la mayoría de consumidores y un embarrado de baja tensión para electrodomésticos y enchufes. Las bombas FiFi son una excepción pues se conectan mecánicamente a los generadores

Esta configuración coincide con lo recomendado en “*Maritime Electrical Installations And Diesel Electric Propulsion*”:

- 11kV: Medium voltage generation and distribution. Should be used when total installed generator capacity exceeds 20MW. Should be used for motors from 400kW and above.
- 6.6kV: Medium voltage generation and distribution. Should be used when total installed generator capacity is between 4-20MW. Should be used for motors from 300kW and above.
- 690V: Low voltage generation and distribution. Should be used when total installed generator capacity is below 4MW. Should be used for consumers below 400kW and as primary voltage for converters for drilling motors.
- For utility distribution lower voltage is used, e.g. 400/230V.

Dado que nuestros pods y los convertidores de frecuencia de los mismos son de ABB, se considera adecuado adquirir un cuadro eléctrico de este fabricante.

Los convertidores de frecuencia de los azipod está basada en un puente de diodos, según especifica el fabricante.

La distribución de potencia forma también parte del sistema de D.P.2, y por tanto, debe poseer el mismo nivel de redundancia que el resto de elementos que lo componen. Como mínimo, la distribución estará dividida en dos partes simétricas seccionables. Las configuraciones más sofisticadas contemplan una distribución independiente e interconectable para cada generador.

Como es típico en este tipo de buques, se escogerá un aislamiento a tierra IT, con la masa aislada con una impedancia alta. Este tipo de configuración permite que la planta eléctrica no se va afectado por una falta de aislamiento singular. No a dos, por lo que esta configuración debe completarse con un monitor de falta de aislamiento.

Para seccionar las diferentes partes es práctica común usar un interruptor seccionador “Circuit Breaker” insulado que evite la ruptura dieléctrica del aire, pero solo son aplicables con tensiones menores. Para una instalación como la de nuestro proyecto es más conveniente usar interruptores aislados con gas insulante SF6, y aún así estos elementos necesitan el apoyo de limitadores de voltaje para evitar una ruptura dieléctrica.

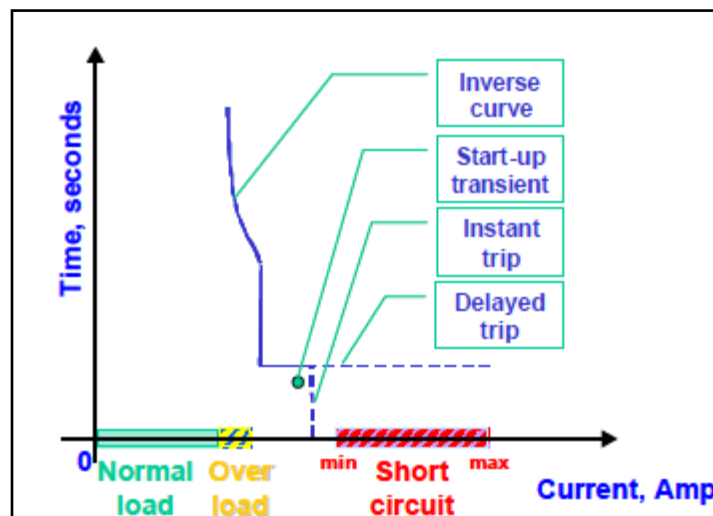
La norma DNV Parte 4, Sección 8 sobre instalaciones eléctricas especifica que se ha de calcular el régimen de intensidad del circuito, la sección de los cables, los relés, térmicos y magneto térmicos asociados, así como la temperatura que podrían alcanzar y su nivel de aislamiento.

No se realizaran estos cálculos pues se necesitan conocimientos especializados así como un procedimiento arduo y metódico para llevarlos

a cabo de forma aceptable. Será necesario refrigerar los cuadros eléctricos principales.

Los transformadores a elegir seguirán la normativa especificada por la IECS, y se tendrá en cuenta que deben corresponderse a los niveles de ruido y armónicos de nuestra instalación eléctrica.

Cada consumidor tendrá los elementos de protección dimensionados de forma que se permita la caída selectiva del consumidor afectando lo mínimo posible al resto de la planta, incluso pequeños consumidores.



Simplificación del diagrama sobrecarga/cortocircuito para aplicar la caída selectiva.

En resumen, las protecciones a incorporar en cada uno de los elementos de la distribución serán:

- Cuadros: Monitorización del voltaje y la frecuencia, monitorización y protección del aislamiento de la configuración de conexión a masa IT, protección diferencial de rápida respuesta.
- Generador: Protección contra cortocircuito y sobrecarga, falta de aislamiento, potencia inversa, secuencia de fase negativa, infra y sobretensión, exceso de frecuencia, precauciones contra niveles perjudiciales de magnetismo y potencia capacitiva, protección diferencial con bloqueo del transformador, comprobación de sincronización.
- Bus ties y dispositivos de transferencia de cargas: Protección contra cortocircuito, falta de aislamiento, comprobación de sincronización
- Transformadores: Sobrecarga, cortocircuito, sobrecalentamiento, falta de aislamiento, tensión insuficiente y protección diferencial

- Motor: Sobrecarga, cortocircuito, falta de aislamiento, protección térmica, secuencia de fase negativa, protecciones durante el arranque.

11.7 Esquema unifilar:

Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título	Esquema unifilar simplificado de la planta eléctrica		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 11.1	Fecha Curso 2015-2016	Alumno	Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 11	Escala

Wärtsilä DG 3281 kVAs 3720 kW

Wärtsilä DG 3281 kVAs 3720 kW

Wärtsilä DG 3281 kVAs 3720 kW

Wärtsilä DG 3281 kVAs 3720 kW

DG 1

DG 2

DG 3

DG 4

Cuadro principal 690 V 50 Hz

Consumidores (Esenciales y no esenciales)

BT 1

Hélice proa 1000kW

Variador frecuencia

Azipod CO 1250 3900 kW

Hélice retráctil 800kW

BT 1

Consumidores (Esenciales y no esenciales)

690/440V

Cuadro principal 440V 50 Hz

Consumidores (Esenciales y no esenciales)

440/220V

Cuadro principal 220V 50 Hz

Consumidores

Consumidores (Control, comunicación, etc)

Consumidores esenciales (C.I. Ventilación, etc.)

Transf. emergencia 690/440V

Generador de emergencia

E.G. 2

Cuadro emergencia 690V 50 Hz

Bibliografía:

1. **DNV:** *Rules for classification of Ships* 2011-2013
2. **SOLAS**
3. **Carles Llorenç. Conti Mayans, Vicente Díaz Casas:** *PSV VESSEL Supply. Apoyo y reparación en plataformas 5.500 TPM* TFG 2014.
4. **Manuel Rodrigo López Prado, Marcos Míguez González:** *Buque de suministro a plataformas mar adentro: PSV 4000 TPM*. TFC 2011.
5. **Kongsberg:** *Catálogos, folletos e información sobre D.P. en buques PSV*.
6. **Alf Kåre Ådnanes:** *Maritime Electrical Installations and Diesel Electric Propulsion*. ABB 2003
7. **Mats Johan Heian:** *Factores que influyen en la selección de sistemas de maquinaria para perfiles de operación complejos*. Universidad de Noruega

Anexo 1: Balance eléctrico:

Auxiliares a la propulsión	Tránsito				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Depuradora de G.O.	2	1	440	0,86	0,90	2,965	2,300	2,550	3,89	0,5	0,9	1	0,45	2,295	2,668
Bomba principal de G.O.	8	4	440	0,79	0,80	0,288	0,182	0,228	0,38	0,5	0,9	1	0,45	0,819	1,037
Bomba de tanque diario de G.O.	2	1	440	0,76	0,80	0,148	0,090	0,113	0,19	0,5	0,9	1	0,45	0,101	0,133
Bomba de Trasiego de HFO	2	1	440	0,89	0,80	6,157	4,384	5,480	8,08	0,5	0,9	0,04	0,02	0,206	0,231
Depuradora de Aceite	2	1	440	0,86	0,85	3,024	2,200	2,600	3,97	0,5	0,9	1	0,45	2,340	2,721
Bomba de lubricación principal	8	4	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,5	0,9	1	0,45	85,287	96,917
Bomba de lubricación "stand by"	8	0	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Bomba trasiego de aceite	2	1	440	0,76	0,83	0,067	0,042	0,051	0,09	0,5	0,9	0,04	0,02	0,002	0,003
Bomba de A.D. H.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,403	6,357	7,479	11,03	0,5	0,9	1	0,45	26,924	30,251
Bomba de A.D. L.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,738	6,610	7,776	11,47	0,5	0,9	1	0,45	27,995	31,455
Bomba de agua salada	8	4	440	0,89	0,85	16,451	12,445	14,641	21,59	0,5	0,9	1	0,45	52,708	59,223
Compresores Aire arranque	3	1	440	0,92	0,85	12,788	10,000	11,765	16,78	0,3	0,9	0,5	0,15	5,294	5,754
TOTAL:				0,93	0,93	112,871		88,299						203,971	230,394

Sistemas C.I.	Tránsito				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bomba Lanzas y aspersores	2	0	690	0,90	0,95	1892,398	1618	1703,158	1583,4	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Bomba tomas cubierta	2	0	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Equipo Agua nebulizada	1	0	690	0,90		86,111		77,500	72,05	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,90	2151,058		1935,952						0,000	0,000

Sistemas A.D. & Res.	Tránsito				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Potabilizadora	1	1	220	1	0,95	0,155	0,147	0,155	5,8	1,0	0,9	0,75	0,68	0,105	0,105
Bombas circulación	3	2	440	0,9	0,85	14,110	10,794	12,699	18,51	0,7	0,9	0,33	0,20	7,619	8,466
Calentador	1	1	440	1	0,90	77,500	60,000	77,500	101,69	1,0	0,9	0,33	0,30	23,250	23,250
Planta tratamiento aguas residuales	1	1	440	0,88	0,85	9,024	6,750	7,941	11,84	1,0	0,9	0,75	0,68	5,360	6,091
Bomba circulacion residual	2	1	440	0,90	0,85	2,484	1,900	2,235	3,26	0,5	0,9	0,45	0,20	0,905	1,006
TOTAL:				0,94	0,90	103,273		100,530						37,240	38,918

Sistemas Lastre & C/D	Tránsito				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bombas lastre	3	0	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas F.O.	2	0	440	0,9	0,85	101,485	77,636	91,336	133,16	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Calentador F.O.	1	0	690	1	0,98	540,816	530,000	540,816	452,52	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas metanol	2	0	440	0,9	0,85	27,242	20,840	24,518	35,75	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas salmuera	2	0	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas lodo	4	0	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
C/D granel seco	2	0	440	0,9	0,80	416,667	300,000	375,000	546,73	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Grúa de carga	1	0	440	0,85	0,85	138,408	100,000	117,647	181,61	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,91	0,86	1704,827		1581,506						0,000	0,000

Sistemas Salvamento	Tránsito				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bomba Sentina	3	0	690	0,90	0,95	43,275	37	38,947	36,2	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Pescante bote rescate	1	0	440	0,90	0,85	98,039	75	88,235	128,64	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,90	141,314		127,183						0,000	0,000

Ventilación y A/C	Tránsito				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Ventilación máquinas	5	5	690	0,89	0,90	13,733	11	12,222	11,5	1,0	0,9	1	0,90	55,000	61,798
Equipo A/C	1	1	440	0,89	0,90	109,863	88	97,778	144,16	1,0	0,9	1	0,90	88,000	98,876
TOTAL:				0,89	0,90	123,596		110,000						143,000	160,674

Habitación y talleres	Tránsito				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Horno	1	1	440	1,00	0,90	22,222	20	22,222	29,16	1,0	0,9	0,17	0,15	3,333	3,333
Plancha cocina	1	1	440	1,00	0,90	11,111	10,000	11,111	14,58	1,0	0,9	0,17	0,15	1,667	1,667
Freidora	1	1	440	1,00	0,90	3,333	3,000	3,333	4,37	1,0	0,9	0,17	0,2	0,500	0,500
Lavavajillas	1	1	440	1,00	0,90	2,778	2,500	2,778	3,64	1,0	0,9	0,17	0,15	0,417	0,417
Compresores Gamba	2	1	440	0,85	0,85	4,152	3,000	3,529	5,45	0,5	0,9	1,00	0,45	3,176	3,737
Electrodomesticos	10	10	220	1,0	0,90	2,222	2,000	2,222	5,83	1,0	0,9	0,33	0,30	6,667	6,667
Lavadora	2	1	440	0,9	0,80	9,722	7,000	8,750	12,76	0,5	0,9	0,17	0,08	1,313	1,458
Secadora	2	1	440	0,85	0,85	15,225	11,000	12,941	19,98	0,5	0,9	0,17	0,08	1,941	2,284
Torno	1	1	440	0,85	0,85	13,841	10,000	11,765	18,16	1,0	1,9	0,04	0,08	0,931	1,096
Herramientas	10	10	220	1,0	0,90	3,889	3,500	3,889	10,21	1,0	0,9	0,33	0,30	11,667	11,667
TOTAL:				0,95	0,88	88,496		82,541						31,612	32,825

Iluminación	Tránsito				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Fluorescentes Exterior	15	15	220	0,95	0,95	0,022	0,02	0,021	0,1	1,0	1,0	0,7	0,70	0,221	0,233
Focos Exterior 250W	6	6	440	1,00	0,90	0,278	0,25	0,278	0,36	1,0	1,0	0,7	0,70	1,167	1,167
Focos Exterior 400W	4	4	440	1,00	0,90	0,444	0,40	0,444	0,58	1,0	1,0	0,7	0,70	1,244	1,244
Iluminacion interior	1	1	220	1,00	1,00	5,880	5,88	5,880	15,43	1,0	1,0	0,7	0,70	4,116	4,116
TOTAL:				0,98	0,93	0,300		0,299						6,748	6,760

Amarre y fondeo	Tránsito				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Molinete	1	0	440	0,90	0,85	130,719	100	117,647	171,5	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Cabestrantes	4	0	440	0,90	0,85	66,405	50,8	59,765	87,13	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,85	197,124		177,412						0,000	0,000

Servicios propulsión	Tránsito no demandante				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Azipod CO 1250	2	2	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,5	1,0	0,47	3838,384	4040,404
Viradores pods	2	2	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,1	1,0	0,10	24,242	26,936
Hélice retráctil RR	1	0	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,1	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	0	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,0	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	1	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		6161,735						3862,785	4067,499

Servicios propulsión	Tránsito demandante				η	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor. (kW)	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente cons. (kVA)
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Azipod CO 1250	2	2	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,9	1,0	0,90	7310,216	7694,964
Viradores pods	2	2	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,9	1,0	0,90	218,182	242,424
Hélice retráctil RR	1	0	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,9	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	0	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,9	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	1	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		4182,443						7528,556	7937,547

Auxiliares a la propulsión	C D plataforma				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente	
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia												
Equipo																
Depuradora de G.O.	2	1	440	0,86	0,90	2,965	2,300	2,550	3,89	0,5	0,9		1	0,45	2,295	2,668
Bomba principal de G.O.	8	4	440	0,79	0,80	0,288	0,182	0,228	0,38	0,5	0,9		1	0,45	0,819	1,037
Bomba de tanque diario de G.O.	2	1	440	0,76	0,80	0,148	0,090	0,113	0,19	0,5	0,9		1	0,45	0,101	0,133
Bomba de Trasiego de HFO	2	1	440	0,89	0,80	6,157	4,384	5,480	8,08	0,5	0,9	0,04		0,02	0,206	0,231
Depuradora de Aceite	2	1	440	0,86	0,85	3,024	2,200	2,600	3,97	0,5	0,9		1	0,45	2,340	2,721
Bomba de lubricación principal	8	4	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,5	0,9		1	0,45	85,287	96,917
Bomba de lubricación "stand by"	8	0	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,0	0,9		1	0,00	0,000	0,000
Bomba trasiego de aceite	2	1	440	0,76	0,83	0,067	0,042	0,051	0,09	0,5	0,9	0,04		0,02	0,002	0,003
Bomba de A.D. H.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,403	6,357	7,479	11,03	0,5	0,9		1	0,45	26,924	30,251
Bomba de A.D. L.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,738	6,610	7,776	11,47	0,5	0,9		1	0,45	27,995	31,455
Bomba de agua salada	8	4	440	0,89	0,85	16,451	12,445	14,641	21,59	0,5	0,9		1	0,45	52,708	59,223
Compresores Aire arranque	3	1	440	0,92	0,85	12,788	10,000	11,765	16,78	0,3	0,9	0,5	0,15		5,294	5,754
TOTAL:				0,93	0,93	112,871		88,299							203,971	230,394

Sistemas C.I.	C D plataforma				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente	
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia												
Equipo																
Bomba Lanzas y aspersores	2	0	690	0,90	0,95	1892,398	1618	1703,158	1583,4	#I DIV/0!	0,9		1	0,00	0,000	0,000
Bomba tomas cubierta	2	0	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,9		1	0,00	0,000	0,000
Equipo Agua nebulizada	1	0	690	0,90	0,80	86,111		77,500	72,05	0,0	0,9		1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,87	2151,058		1935,952							0,000	0,000

Sistemas A.D. & Res.	C D plataforma				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Potabilizadora	1	1	220	1	0,95	0,155	0,147	0,155	5,8	1,0	0,9	0,75	0,68	0,105	0,105
Bombas circulación	3	2	440	0,9	0,85	14,110	10,794	12,699	18,51	0,7	0,9	0,33	0,20	7,619	8,466
Calentador	1	1	440	1	0,90	77,500	60,000	77,500	101,69	1,0	0,9	0,33	0,30	23,250	23,250
Planta tratamiento aguas residuales	1	1	440	0,88	0,85	9,024	6,750	7,941	11,84	1,0	0,9	0,75	0,68	5,360	6,091
Bomba circulacion residual	2	1	440	0,90	0,85	2,484	1,900	2,235	3,26	0,5	0,9	0,45	0,20	0,905	1,006
TOTAL:				0,94	0,88	103,273		100,530						37,240	38,918

Sistemas Lastre & C/D	C D plataforma				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bombas lastre	3	2	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas F.O.	2	2	440	0,9	0,85	101,485	77,636	91,336	133,16	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Calentador F.O.	1	1	690	1	0,98	540,816	530,000	540,816	452,52	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas metanol	2	2	440	0,9	0,85	27,242	20,840	24,518	35,75	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas salmuera	2	2	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas lodo	4	4	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
C/D granel seco	2	2	440	0,9	0,80	416,667	300,000	375,000	546,73	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Grúa de carga	1	1	440	0,85	0,85	138,408	100,000	117,647	181,61	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,91	0,86	1704,827		1581,506						0,000	0,000

Sistemas Salvamento	C D plataforma				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
Equipo	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Bomba Sentina	3	0	690	0,90	0,95	43,275	37	38,947	36,2	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Pescante bote rescate	1	0	440	0,90	0,85	98,039	75	88,235	128,64	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,90	141,314		127,183						0,000	0,000

Ventilación y A/C	C D plataforma				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Ventilación máquinas	5	5	690	0,89	0,90	13,733	11	12,222	11,5	1,0	0,9	1	0,90	55,000	61,798
Equipo A/C	1	1	440	0,89	0,90	109,863	88	97,778	144,16	1,0	0,9	1	0,90	88,000	98,876
TOTAL:				0,89	0,90	123,596		110,000						143,000	160,674

Habilitación y talleres	C D plataforma				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Horno	1	1	440	1,00	0,90	22,222	20	22,222	29,16	1,0	0,9	0,17	0,15	3,333	3,333
Plancha cocina	1	1	440	1,00	0,90	11,111	10,000	11,111	14,58	1,0	0,9	0,17	0,15	1,667	1,667
Freidora	1	1	440	1,00	0,90	3,333	3,000	3,333	4,37	1,0	0,9	0,17	0,2	0,500	0,500
Lavavajillas	1	1	440	1,00	0,90	2,778	2,500	2,778	3,64	1,0	0,9	0,17	0,15	0,417	0,417
Compresores Gambuza	2	1	440	0,85	0,85	4,152	3,000	3,529	5,45	0,5	0,9	1,00	0,45	3,176	3,737
Electrodomesticos	10	10	220	1,0	0,90	2,222	2,000	2,222	5,83	1,0	0,9	0,33	0,30	6,667	6,667
Lavadora	2	1	440	0,9	0,80	9,722	7,000	8,750	12,76	0,5	0,9	0,17	0,08	1,313	1,458
Secadora	2	1	440	0,85	0,85	15,225	11,000	12,941	19,98	0,5	0,9	0,17	0,08	1,941	2,284
Torno	1	1	440	0,85	0,85	13,841	10,000	11,765	18,16	1,0	1,9	0,04	0,08	0,931	1,096
Herramientas	10	10	220	1,0	0,90	3,889	3,500	3,889	10,21	1,0	0,9	0,33	0,30	11,667	11,667
TOTAL:				0,95	0,88	88,496		82,541						31,612	32,825

Iluminación	C D plataforma				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Fluorescentes Exterior	15	15	220	0,95	0,95	0,022	0,02	0,021	0,1	1,0	1,0	0,7	0,70	0,221	0,233
Focos Exterior 250W	6	6	440	1,00	0,90	0,278	0,25	0,278	0,36	1,0	1,0	0,7	0,70	1,167	1,167
Focos Exterior 400W	4	4	440	1,00	0,90	0,444	0,40	0,444	0,58	1,0	1,0	0,7	0,70	1,244	1,244
Iluminacion interior	1	1	220	1,00	1,00	5,880	5,88	5,880	15,43	1,0	1,0	0,7	0,70	4,116	4,116
TOTAL:				0,98	0,93	0,300		0,299						6,748	6,760

Amarre y fondeo	C D plataforma				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Molinete	1	0	440	0,90	0,85	130,719	100	117,647	171,5	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Cabestrantes	4	0	440	0,90	0,85	66,405	50,8	59,765	87,13	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,85	197,124		177,412						0,000	0,000

Servicios propulsión	D.P. no demandante				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Azipod CO 1250	2	2	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,3	1,0	0,47	3838,384	4040,404
Viradores pods	2	2	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,9	1,0	0,10	24,242	26,936
Hélice retráctil RR	1	1	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,3	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	2	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,3	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	1	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		6161,735						3862,785	4067,499

Servicios propulsión	D.P. demandante				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Azipod CO 1250	2	2	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,5	1,0	0,90	7310,216	7694,964
Viradores pods	2	2	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,9	1,0	0,90	218,182	242,424
Hélice retráctil RR	1	1	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,5	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	2	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,5	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	1	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		4182,443						7528,556	7937,547

Auxiliares a la propulsión	Puerto				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Depuradora de G.O.	2	1	440	0,86	0,90	2,965	2,300	2,550	3,89	0,5	0,9	1	0,45	2,295	2,668
Bomba principal de G.O.	8	4	440	0,79	0,80	0,288	0,182	0,228	0,38	0,5	0,9	1	0,45	0,819	1,037
Bomba de tanque diario de G.O.	2	1	440	0,76	0,80	0,148	0,090	0,113	0,19	0,5	0,9	1	0,45	0,101	0,133
Bomba de Trasiego de HFO	2	1	440	0,89	0,80	6,157	4,384	5,480	8,08	0,5	0,9	0,04	0,02	0,206	0,231
Depuradora de Aceite	2	1	440	0,86	0,85	3,024	2,200	2,600	3,97	0,5	0,9	1	0,45	2,340	2,721
Bomba de lubricación principal	8	4	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,5	0,9	1	0,45	85,287	96,917
Bomba de lubricación "stand by"	8	0	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Bomba trasiego de aceite	2	1	440	0,76	0,83	0,067	0,042	0,051	0,09	0,5	0,9	0,04	0,02	0,002	0,003
Bomba de A.D. H.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,403	6,357	7,479	11,03	0,5	0,9	1	0,45	26,924	30,251
Bomba de A.D. L.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,738	6,610	7,776	11,47	0,5	0,9	1	0,45	27,995	31,455
Bomba de agua salada	8	4	440	0,89	0,85	16,451	12,445	14,641	21,59	0,5	0,9	1	0,45	52,708	59,223
Compresores Aire arranque	3	1	440	0,92	0,85	12,788	10,000	11,765	16,78	0,3	0,9	0,5	0,15	5,294	5,754
TOTAL:				0,93	0,93	112,871		88,299						203,971	230,394

Sistemas C.I.	Puerto				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bomba Lanzas y aspersores	2	0	690	0,90	0,95	1892,398	1618	1703,158	1583,4	#¡DIV/0!	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Bomba tomas cubierta	2	0	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Equipo Agua nebulizada	1	0	690	0,90	0,80	86,111		77,500	72,05	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,87	2151,058		1935,952						0,000	0,000

Sistemas A.D. & Res.	Puerto				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Potabilizadora	1	1	220	1	0,95	0,155	0,147	0,155	5,8	1,0	0,9	0,75	0,68	0,105	0,105
Bombas circulación	3	2	440	0,9	0,85	14,110	10,794	12,699	18,51	0,7	0,9	0,33	0,20	7,619	8,466
Calentador	1	1	440	1	0,90	77,500	60,000	77,500	101,69	1,0	0,9	0,33	0,30	23,250	23,250
Planta tratamiento aguas residuales	1	1	440	0,88	0,85	9,024	6,750	7,941	11,84	1,0	0,9	0,75	0,68	5,360	6,091
Bomba circulacion residual	2	1	440	0,90	0,85	2,484	1,900	2,235	3,26	0,5	0,9	0,45	0,20	0,905	1,006
TOTAL:				0,94	0,90	103,273		100,530						37,240	38,918

Sistemas Lastre & C/D	Puerto				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bombas lastre	3	2	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,3	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas F.O.	2	2	440	0,9	0,85	101,485	77,636	91,336	133,16	0,0	0,3	0,42	0,00	0,000	0,000
Calentador F.O.	1	1	690	1	0,98	540,816	530,000	540,816	452,52	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas metanol	2	2	440	0,9	0,85	27,242	20,840	24,518	35,75	0,0	0,3	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas salmuera	2	2	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,5	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas lodo	4	4	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,5	0,42	0,00	0,000	0,000
C/D granel seco	2	2	440	0,9	0,80	416,667	300,000	375,000	546,73	0,0	0,5	0,42	0,00	0,000	0,000
Grúa de carga	1	1	440	0,85	0,85	138,408	100,000	117,647	181,61	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,91	0,86	1704,827		1581,506						0,000	0,000

Sistemas Salvamento	Puerto				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bomba Sentina	3	0	690	0,90	0,95	43,275	37	38,947	36,2	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Pescante bote rescate	1	0	440	0,90	0,85	98,039	75	88,235	128,64	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,90	141,314		127,183						0,000	0,000

Ventilación y A/C	Puerto				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Ventilación máquinas	5	5	690	0,89	0,90	13,733	11	12,222	11,5	1,0	0,9	1	0,90	55,000	61,798
Equipo A/C	1	1	440	0,89	0,90	109,863	88	97,778	144,16	1,0	0,9	1	0,90	88,000	98,876
TOTAL:				0,89	0,90	123,596		110,000						143,000	160,674

Habitación y talleres	Puerto				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Horno	1	1	440	1,00	0,90	22,222	20	22,222	29,16	1,0	0,9	0,17	0,15	3,333	3,333
Plancha cocina	1	1	440	1,00	0,90	11,111	10,000	11,111	14,58	1,0	0,9	0,17	0,15	1,667	1,667
Freidora	1	1	440	1,00	0,90	3,333	3,000	3,333	4,37	1,0	0,9	0,17	0,2	0,500	0,500
Lavavajillas	1	1	440	1,00	0,90	2,778	2,500	2,778	3,64	1,0	0,9	0,17	0,15	0,417	0,417
Compresores Gambuza	2	1	440	0,85	0,85	4,152	3,000	3,529	5,45	0,5	0,9	1,00	0,45	3,176	3,737
Electrodomesticos	10	10	220	1,0	0,90	2,222	2,000	2,222	5,83	1,0	0,9	0,33	0,30	6,667	6,667
Lavadora	2	1	440	0,9	0,80	9,722	7,000	8,750	12,76	0,5	0,9	0,17	0,08	1,313	1,458
Secadora	2	1	440	0,85	0,85	15,225	11,000	12,941	19,98	0,5	0,9	0,17	0,08	1,941	2,284
Torno	1	1	440	0,85	0,85	13,841	10,000	11,765	18,16	1,0	1,9	0,04	0,08	0,931	1,096
Herramientas	10	10	220	1,0	0,90	3,889	3,500	3,889	10,21	1,0	0,9	0,33	0,30	11,667	11,667
TOTAL:				0,95	0,88	88,496		82,541						31,612	32,825

Iluminación	Puerto				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Fluorescentes Exterior	15	15	220	0,95	0,95	0,022	0,02	0,021	0,1	1,0	1,0	0,7	0,70	0,221	0,233
Focos Exterior 250W	6	6	440	1,00	0,90	0,278	0,25	0,278	0,36	1,0	1,0	0,7	0,70	1,167	1,167
Focos Exterior 400W	4	4	440	1,00	0,90	0,444	0,40	0,444	0,58	1,0	1,0	0,7	0,70	1,244	1,244
Iluminacion interior	1	1	220	1,00	1,00	5,880	5,88	5,880	15,43	1,0	1,0	0,7	0,70	4,116	4,116
TOTAL:				0,98	0,93	0,300		0,299						6,748	6,760

Amarre y fondeo	Puerto				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Molinete	1	0	440	0,90	0,85	130,719	100	117,647	171,5	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Cabestrantes	4	4	440	0,90	0,85	66,405	50,8	59,765	87,13	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,85	197,124		177,412						0,000	0,000

Servicios propulsión	D.P. no demandante				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Azipod CO 1250	2	0	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,3	1,0	0,47	3838,384	4040,404
Viradores pods	2	0	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,9	1,0	0,10	24,242	26,936
Hélice retractil RR	1	0	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,3	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	0	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,3	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	0	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		6161,735						3862,785	4067,499

Servicios propulsión	D.P. demandante				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Azipod CO 1250	2	0	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,6	1,0	0,90	7310,216	7694,964
Viradores pods	2	0	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,9	1,0	0,90	218,182	242,424
Hélice retractil RR	1	0	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,6	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	0	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,6	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	0	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		4182,443						7528,556	7937,547

Auxiliares a la propulsión	Stand By				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Depuradora de G.O.	2	1	440	0,86	0,90	2,965	2,300	2,550	3,89	0,5	0,9	1	0,45	2,295	2,668
Bomba principal de G.O.	8	4	440	0,79	0,80	0,288	0,182	0,228	0,38	0,5	0,9	1	0,45	0,819	1,037
Bomba de tanque diario de G.O.	2	1	440	0,76	0,80	0,148	0,090	0,113	0,19	0,5	0,9	1	0,45	0,101	0,133
Bomba de Trasiego de HFO	2	1	440	0,89	0,80	6,157	4,384	5,480	8,08	0,5	0,9	0,04	0,02	0,206	0,231
Depuradora de Aceite	2	1	440	0,86	0,85	3,024	2,200	2,600	3,97	0,5	0,9	1	0,45	2,340	2,721
Bomba de lubricación principal	8	4	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,5	0,9	1	0,45	85,287	96,917
Bomba de lubricación "stand by"	8	0	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Bomba trasiego de aceite	2	1	440	0,76	0,83	0,067	0,042	0,051	0,09	0,5	0,9	0,04	0,02	0,002	0,003
Bomba de A.D. H.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,403	6,357	7,479	11,03	0,5	0,9	1	0,45	26,924	30,251
Bomba de A.D. L.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,738	6,610	7,776	11,47	0,5	0,9	1	0,45	27,995	31,455
Bomba de agua salada	8	4	440	0,89	0,85	16,451	12,445	14,641	21,59	0,5	0,9	1	0,45	52,708	59,223
Compresores Aire arranque	3	1	440	0,92	0,85	12,788	10,000	11,765	16,78	0,3	0,9	0,5	0,15	5,294	5,754
TOTAL:				0,93	0,93	112,871		88,299						203,971	230,394

Sistemas C.I.	Stand By				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bomba Lanzas y aspersores	2	0	690	0,90	0,95	1892,398	1618	1703,158	1583,4	#¡DIV/0!	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Bomba tomas cubierta	2	0	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Equipo Agua nebulizada	1	0	690	0,90	0,80	86,111		77,500	72,05	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,87	2151,058		1935,952						0,000	0,000

Sistemas A.D. & Res.	Stand By				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Potabilizadora	1	1	220	1	0,95	0,155	0,147	0,155	5,8	1,0	0,9	0,75	0,68	0,105	0,105
Bombas circulación	3	2	440	0,9	0,85	14,110	10,794	12,699	18,51	0,7	0,9	0,33	0,20	7,619	8,466
Calentador	1	1	440	1	0,90	77,500	60,000	77,500	101,69	1,0	0,9	0,33	0,30	23,250	23,250
Planta tratamiento aguas residuales	1	1	440	0,88	0,85	9,024	6,750	7,941	11,84	1,0	0,9	0,75	0,68	5,360	6,091
Bomba circulacion residual	2	1	440	0,90	0,85	2,484	1,900	2,235	3,26	0,5	0,9	0,45	0,20	0,905	1,006
TOTAL:				0,94	0,90	103,273		100,530						37,240	38,918

Sistemas Lastre & C/D	Stand By				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bombas lastre	3	0	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas F.O.	2	0	440	0,9	0,85	101,485	77,636	91,336	133,16	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Calentador F.O.	1	0	690	1	0,98	540,816	530,000	540,816	452,52	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas metanol	2	0	440	0,9	0,85	27,242	20,840	24,518	35,75	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas salmuera	2	0	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas lodo	4	0	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
C/D granel seco	2	0	440	0,9	0,80	416,667	300,000	375,000	546,73	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Grúa de carga	1	0	440	0,85	0,85	138,408	100,000	117,647	181,61	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,92	0,89	995,922		950,412						0,000	0,000

Sistemas Salvamento	Stand By				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bomba Sentina	3	0	690	0,90	0,95	43,275	37	38,947	36,2	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Pescante bote rescate	1	0	440	0,90	0,85	98,039	75	88,235	128,64	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,90	141,314		127,183						0,000	0,000

Ventilación y A/C	Stand By				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Ventilación máquinas	5	5	690	0,89	0,90	13,733	11	12,222	11,5	1,0	0,9	1	0,90	55,000	61,798
Equipo A/C	1	1	440	0,89	0,90	109,863	88	97,778	144,16	1,0	0,9	1	0,90	88,000	98,876
TOTAL:				0,89	0,90	123,596		110,000						143,000	160,674

Habitación y talleres	Stand By				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Horno	1	1	440	1,00	0,90	22,222	20	22,222	29,16	1,0	0,9	0,17	0,15	3,333	3,333
Plancha cocina	1	1	440	1,00	0,90	11,111	10,000	11,111	14,58	1,0	0,9	0,17	0,15	1,667	1,667
Freidora	1	1	440	1,00	0,90	3,333	3,000	3,333	4,37	1,0	0,9	0,17	0,2	0,500	0,500
Lavavajillas	1	1	440	1,00	0,90	2,778	2,500	2,778	3,64	1,0	0,9	0,17	0,15	0,417	0,417
Compresores Gambuza	2	1	440	0,85	0,85	4,152	3,000	3,529	5,45	0,5	0,9	1,00	0,45	3,176	3,737
Electrodomesticos	10	10	220	1,0	0,90	2,222	2,000	2,222	5,83	1,0	0,9	0,33	0,30	6,667	6,667
Lavadora	2	1	440	0,9	0,80	9,722	7,000	8,750	12,76	0,5	0,9	0,17	0,08	1,313	1,458
Secadora	2	1	440	0,85	0,85	15,225	11,000	12,941	19,98	0,5	0,9	0,17	0,08	1,941	2,284
Torno	1	1	440	0,85	0,85	13,841	10,000	11,765	18,16	1,0	1,9	0,04	0,08	0,931	1,096
Herramientas	10	10	220	1,0	0,90	3,889	3,500	3,889	10,21	1,0	0,9	0,33	0,30	11,667	11,667
TOTAL:				0,95	0,88	88,496		82,541						31,612	32,825

Iluminación	Stand By				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Fluorescentes Exterior	15	15	220	0,95	0,95	0,022	0,02	0,021	0,1	1,0	1,0	0,7	0,70	0,221	0,233
Focos Exterior 250W	6	6	440	1,00	0,90	0,278	0,25	0,278	0,36	1,0	1,0	0,7	0,70	1,167	1,167
Focos Exterior 400W	4	4	440	1,00	0,90	0,444	0,40	0,444	0,58	1,0	1,0	0,7	0,70	1,244	1,244
Iluminacion interior	1	1	220	1,00	1,00	5,880	5,88	5,880	15,43	1,0	1,0	0,7	0,70	4,116	4,116
TOTAL:				0,98	0,93	0,300		0,299						6,748	6,760

Amarre y fondeo	Stand By				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Molinete	1	1	440	0,90	0,85	130,719	100	117,647	171,5	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Cabestrantes	4	0	440	0,90	0,85	66,405	50,8	59,765	87,13	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,85	197,124		177,412						0,000	0,000

Servicios propulsión	D.P. no demandante				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Azipod CO 1250	2	2	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,3	1,0	0,47	3838,384	4040,404
Viradores pods	2	2	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,9	1,0	0,10	24,242	26,936
Hélice retráctil RR	1	1	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,3	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	2	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,3	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	1	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		6161,735						3862,785	4067,499

Servicios propulsión	D.P. demandante				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Azipod CO 1250	2	2	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,6	1,0	0,90	7310,216	7694,964
Viradores pods	2	2	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,9	1,0	0,90	218,182	242,424
Hélice retráctil RR	1	1	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,6	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	2	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,6	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	1	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		4182,443						7528,556	7937,547

Auxiliares a la propulsión	Operación FIFI				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Depuradora de G.O.	2	1	440	0,86	0,90	2,965	2,300	2,550	3,89	0,5	0,9	1	0,45	2,295	2,668
Bomba principal de G.O.	8	4	440	0,79	0,80	0,288	0,182	0,228	0,38	0,5	0,9	1	0,45	0,819	1,037
Bomba de tanque diario de G.O.	2	1	440	0,76	0,80	0,148	0,090	0,113	0,19	0,5	0,9	1	0,45	0,101	0,133
Bomba de Trasiego de HFO	2	1	440	0,89	0,80	6,157	4,384	5,480	8,08	0,5	0,9	0,04	0,02	0,206	0,231
Depuradora de Aceite	2	1	440	0,86	0,85	3,024	2,200	2,600	3,97	0,5	0,9	1	0,45	2,340	2,721
Bomba de lubricación principal	8	4	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,5	0,9	1	0,45	85,287	96,917
Bomba de lubricación "stand by"	8	0	440	0,88	0,94	26,921	22,293	23,691	35,33	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Bomba trasiego de aceite	2	1	440	0,76	0,83	0,067	0,042	0,051	0,09	0,5	0,9	0,04	0,02	0,002	0,003
Bomba de A.D. H.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,403	6,357	7,479	11,03	0,5	0,9	1	0,45	26,924	30,251
Bomba de A.D. L.T.	8	4	440	0,89	0,85	8,738	6,610	7,776	11,47	0,5	0,9	1	0,45	27,995	31,455
Bomba de agua salada	8	4	440	0,89	0,85	16,451	12,445	14,641	21,59	0,5	0,9	1	0,45	52,708	59,223
Compresores Aire arranque	3	1	440	0,92	0,85	12,788	10,000	11,765	16,78	0,3	0,9	0,5	0,15	5,294	5,754
TOTAL:				0,93	0,93	112,871		88,299						203,971	230,394

Sistemas C.I.	Operación FIFI				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bomba Lanzas y aspersores	2	1	690	0,90	0,95	1892,398	1618	1703,158	1583,4	#¡DIV/0!	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Bomba tomas cubierta	2	1	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Equipo Agua nebulizada	1	0	690	0,90	0,80	86,111		77,500	72,05	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,87	2151,058		1935,952						0,000	0,000

Sistemas A.D. & Res.	Operación FIFI				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Potabilizadora	1	1	220	1	0,95	0,155	0,147	0,155	5,8	1,0	0,9	0,75	0,68	0,105	0,105
Bombas circulación	3	2	440	0,9	0,85	14,110	10,794	12,699	18,51	0,7	0,9	0,33	0,20	7,619	8,466
Calentador	1	1	440	1	0,90	77,500	60,000	77,500	101,69	1,0	0,9	0,33	0,30	23,250	23,250
Planta tratamiento aguas residuales	1	1	440	0,88	0,85	9,024	6,750	7,941	11,84	1,0	0,9	0,75	0,68	5,360	6,091
Bomba circulación residual	2	1	440	0,90	0,85	2,484	1,900	2,235	3,26	0,5	0,9	0,45	0,20	0,905	1,006
TOTAL:				0,94	0,90	103,273		100,530						37,240	38,918

Sistemas Lastre & C/D	Operación FIFI				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bombas lastre	3	0	440	0,90	0,85	172,549	132	155,294	226,41	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas F.O.	2	0	440	0,9	0,85	101,485	77,636	91,336	133,16	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Calentador F.O.	1	0	690	1	0,98	540,816	530,000	540,816	452,52	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas metanol	2	0	440	0,9	0,85	27,242	20,840	24,518	35,75	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas salmuera	2	0	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Bombas lodo	4	0	440	0,9	0,85	153,830	117,680	138,447	201,85	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
C/D granel seco	2	0	440	0,9	0,80	416,667	300,000	375,000	546,73	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
Grúa de carga	1	0	440	0,85	0,85	138,408	100,000	117,647	181,61	0,0	0,9	0,42	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,92	0,89	995,922		950,412						0,000	0,000

Sistemas Salvamento	Operación FIFI				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Equipo															
Bomba Sentina	3	0	690	0,90	0,95	43,275	37	38,947	36,2	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Pescante bote rescate	1	0	440	0,90	0,85	98,039	75	88,235	128,64	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,90	141,314		127,183						0,000	0,000

Ventilación y A/C	Operación FIFI				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Ventilación máquinas	5	5	690	0,89	0,90	13,733	11	12,222	11,5	1,0	0,9	1	0,90	55,000	61,798
Equipo A/C	1	1	440	0,89	0,90	109,863	88	97,778	144,16	1,0	0,9	1	0,90	88,000	98,876
TOTAL:				0,89	0,90	123,596		110,000						143,000	160,674

Habitación y talleres	Operación FIFI				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Horno	1	1	440	1,00	0,90	22,222	20	22,222	29,16	1,0	0,9	0,17	0,15	3,333	3,333
Plancha cocina	1	1	440	1,00	0,90	11,111	10,000	11,111	14,58	1,0	0,9	0,17	0,15	1,667	1,667
Freidora	1	1	440	1,00	0,90	3,333	3,000	3,333	4,37	1,0	0,9	0,17	0,2	0,500	0,500
Lavavajillas	1	1	440	1,00	0,90	2,778	2,500	2,778	3,64	1,0	0,9	0,17	0,15	0,417	0,417
Compresores Gambuza	2	1	440	0,85	0,85	4,152	3,000	3,529	5,45	0,5	0,9	1,00	0,45	3,176	3,737
Electrodomesticos	10	10	220	1,0	0,90	2,222	2,000	2,222	5,83	1,0	0,9	0,33	0,30	6,667	6,667
Lavadora	2	1	440	0,9	0,80	9,722	7,000	8,750	12,76	0,5	0,9	0,17	0,08	1,313	1,458
Secadora	2	1	440	0,85	0,85	15,225	11,000	12,941	19,98	0,5	0,9	0,17	0,08	1,941	2,284
Torno	1	1	440	0,85	0,85	13,841	10,000	11,765	18,16	1,0	1,9	0,04	0,08	0,931	1,096
Herramientas	10	10	220	1,0	0,90	3,889	3,500	3,889	10,21	1,0	0,9	0,33	0,30	11,667	11,667
TOTAL:				0,95	0,88	88,496		82,541						31,612	32,825

Iluminación	Operación FIFI				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Fluorescentes Exterior	15	15	220	0,95	0,95	0,022	0,02	0,021	0,1	1,0	1,0	0,7	0,70	0,221	0,233
Focos Exterior 250W	6	6	440	1,00	0,90	0,278	0,25	0,278	0,36	1,0	1,0	0,7	0,70	1,167	1,167
Focos Exterior 400W	4	4	440	1,00	0,90	0,444	0,40	0,444	0,58	1,0	1,0	0,7	0,70	1,244	1,244
Iluminacion interior	1	1	220	1,00	1,00	5,880	5,88	5,880	15,43	1,0	1,0	0,7	0,70	4,116	4,116
TOTAL:				0,98	0,93	0,300		0,299						6,748	6,760

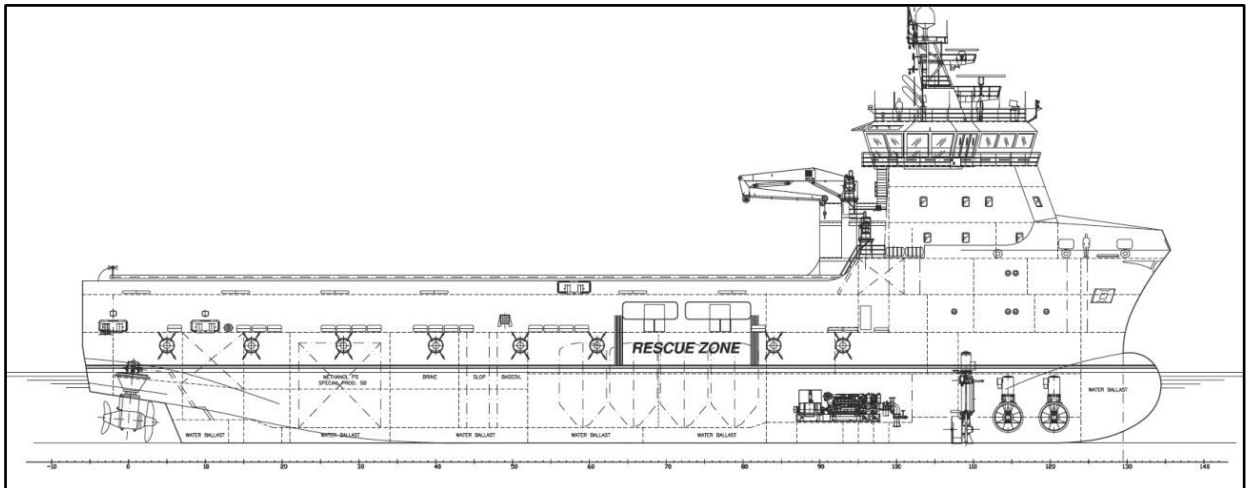
Amarre y fondeo	Operación FIFI				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Molinete	1	0	440	0,90	0,85	130,719	100	117,647	171,5	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
Cabestrantes	4	0	440	0,90	0,85	66,405	50,8	59,765	87,13	0,0	0,9	1	0,00	0,000	0,000
TOTAL:				0,90	0,85	197,124		177,412						0,000	0,000

Servicios propulsión	D.P. no demandante				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Azipod CO 1250	2	2	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,3	1,0	0,47	3838,384	4040,404
Viradores pods	2	2	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,9	1,0	0,10	24,242	26,936
Hélice retráctil RR	1	1	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,3	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	2	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,3	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	1	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		6161,735						3862,785	4067,499

Servicios propulsión	D.P. demandante				η	Potencia Aparente	Potencia Útil (kW)	Pot. Absor.	I Abs. (A)	Kn	Kr	Ks	Ku	Pot. Cons. (kW)	Pot. aparente
	N° inst.	N° servicio	Voltaje (V)	Fact. de potencia											
Azipod CO 1250	2	2	690	0,95	0,96	4274,980	3900,00	4061,231	3577,0	1,0	0,6	1,0	0,90	7310,216	7694,964
Viradores pods	2	2	440	0,90	0,83	134,680	100,00	121,212	176,72	1,0	0,9	1,0	0,90	218,182	242,424
Hélice retráctil RR	1	1	690	0,95	0,95	975,069	880,00	926,316	815,88	0,0	0,6	1,0	0,00	0,000	0,000
Hélice transversal	2	2	690	0,95	0,95	1108,033	1000,00	1052,632	927,14	0,0	0,6	1,0	0,00	0,000	0,000
Control y sensores	2	1	220	1,00	1,00	0,345	0,345	0,345	0,91	0,5	0,5	1,0	0,23	0,159	0,159
TOTAL:				0,95	0,94	6493,107		4182,443						7528,556	7937,547

Proyecto final de grado
Grado en ingeniería de propulsión y servicios del
buque 2015-2016

Buque de suministro a plataformas de
5000 TPM



Cuaderno 12

Diego Rodríguez Gosende



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO: 16-09 P

TIPO DE BUQUE : Buque de suministro a plataformas PSV (Platform Supply vessel)

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : Det Norske Veritas, Solas, Marpol, Reglamentación estándar

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 5000 TPM, carga mixta para suministro a plataformas (líquidos de perforación, cemento, agua potable, etc.), 1050 m² de espacio de carga en cubierta, lucha contra contaminación, Rescate Stand by.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA : 12 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía para 62 días de marcha.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : Bombas para realizar la operación de C/D en 10 horas, dos grúas de carga de 5t. Medios de limpieza de tanques.

PROPULSIÓN : Diesel eléctrica con DP2.

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 30 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES : Los habituales en este tipo de buques. Sistema de cálculo de las condiciones de carga.

Ferrol, Febrero de 2.016

ALUMNO : D. Diego Rodríguez Gosende

Índice

12.1 Introducción.....	5
12.2 Sistema Contraincendios.....	5
12.3 Agua Dulce, generación y conducción.....	46
12.4 Tratamiento de aguas residuales.....	63
12.5 Servicio de lastre.....	74
12.6 Achique y sentinas.....	79
12.7 Ventilación de Cámara de Máquinas.....	83
12.8 Aire acondicionado.....	90
12.9 Tratamiento de basuras.....	99
12.10 Fondeo y amarre.....	100
12.11 Salvamento.....	109
12.12 Medios de C/D.....	110
12.13 Lucha contra la contaminación.....	116
12.14 Servicio asociado al D.P.2.....	117
Bibliografía.....	130

Anexo I: Planos de la disposición esquemática C.I.

Anexo II: Planos de la disposición esquemática A.D.

Anexo III: Planos de la disposición esquemática de lastre

Anexo IV: Planos de la disposición de sentina

Anexo V: Elementos C.I.

Anexo VI: Elementos achique de sentina

Anexo VII: Incineradora

Anexo VIII: Estachas

Anexo IX: Elementos de seguridad y rescate

Anexo X: Elementos de D.P.2.

12.1 Introducción:

En el presente cuaderno se tratarán los requerimientos, descripciones cálculos y disposiciones que procedan de todos los sistemas auxiliares del buque. Se tratará la norma DNV, al ser esta la especificada en las RPAs. En el sistema de Contraincendios, primero se hará un resumen de las reglas permitentes y después se considerará la instalación del equipo.

Se recuerdan las dimensiones principales del buque:

L [m]	82,6
B [m]	19,8
T [m]	6,68
D [m]	8,25
Fn	0,217
Cb	0,740
Cp	0,770
Cm	0,960
Cf	0,823
Xcc[m]	43,19

12.2 Sistema contraincendios:

Requerimientos clase FiFi de DNV:

En nuestras RPAs se especifica que nuestro PSV debe poseer capacidad para la lucha contra incendios. El reglamento DNV distingue tres niveles diferentes de capacidad de lucha contra incendios: Fire Fighter (FiFi) del I, II y III.

Según la regla de DN-v parte 5, capítulo 3, sección 5:

103 La clasificación como FireFighter I conlleva la capacidad del navío para la lucha contra un incendio en etapa temprana y apoyo a una operación de rescate en una estructura o buque incendiado. El buque

deberá estar protegido de forma activa y pasiva contra la radiación térmica externa.

104 La clasificación como FireFighter II conlleva la capacidad de ejercer la lucha contra incendios de forma continua desde una distancia de seguridad y la refrigeración de estructuras en llamas.

105 La clasificación como FireFighter III conlleva una mayor capacidad de bombeo de agua y un equipamiento más exhaustivo que la clasificación de FiFi II.

La clasificación FiFi I puede combinarse con la FiFi II o FiFi III.

El propósito principal de este buque es el desempeño de las labores de suministro y apoyo a plataformas, siendo las labores de extinción de incendios normalmente llevadas a cabo por otro tipo de buques más especializados. Por lo tanto, se decide cumplir la RPA con una clase FiFi I. A continuación se expone un resumen de los puntos a cumplir:

El buque podrá proporcionar una maniobrabilidad satisfactoria en una operación de lucha contra incendios así como posicionamiento estático. Debe mantener su estabilidad transversal aún en la peor combinación de lanzas en operación posible.

-Protección pasiva:

Según la regla C100, casco y superestructura será de acero, así como portillos y escotillas al exterior. También será de acero cualquier tubulatura o plataforma la intemperie. Cualquier ventana que dea al exterior debe cumplir las condiciones A-0.

-Protección activa:

En forma de rociadores que formen una cortina de agua alrededor del buque, en la sección C200 se exponen que han de cumplir las siguientes condiciones: La cortina de agua puede estar formada por hidrantes pulverizadores, boquillas que formen un escudo de agua o las tomas de cubierta; Estos han de cubrir toda superficie vertical de la superestructura, así como proteger todos los equipos esenciales de rescate, salvamento y contra incendios; Deben estar dispuestas de tal forma que su control sea posible desde una estación de control remoto con adecuada visibilidad; La disposición será tal que no estén expuestas a daño durante condiciones de operación normales; Su capacidad será tal de ofrecer como mínimo **10 litros minuto/m²**, que puede reducirse a 5 litros/m² en caso de aislamiento A-60; La capacidad de las bombas será tal de permitir el

funcionamiento simultaneo de todas las boquillas; Las bombas de los monitores podrán alimentar también las boquillas de la protección activa, siempre y cuando puedan dar servicio a ambos sistemas simultáneamente. Ambos sistemas deberán ser seccionables a través de una válvula de corte; Toda tubulatura estará protegida interna y externamente contra corrosión con un galvanizado al caliente, y los desagües preparados para soportar el congelamiento. Las boquillas estarán pendientes de aprobación por la sociedad.

-Lanzas en cubierta

La capacidad que han de tener las lanzas en la cubierta se resumen en esta tabla extraída de la misma regla:

Table D1 Water monitor system capacities						
Class notation	Fire Fighter I		Fire Fighter II		Fire Fighter III	
Number of monitors	2	2	3	4	3	4
Capacity of each monitor (m ³ /h)	1 200	3 600	2 400	1 800	3 200	2 400
Number of pumps	1-2	2-4			2-4	
Total pump capacity (m ³ /h)	2 400	7 200			9 600	
Length of throw (m) ¹⁾	120	180	150		180	150
Height of throw (m) ²⁾	50	110	80		110	90
Fuel oil capacity in hours ³⁾	24	96			96	
1) Measured horizontally from the mean impact area to the nearest part of the vessel when all monitors are in satisfactory operation simultaneously.						
2) Measured vertically from sea level to mean impact area at a horizontal distance of at least 70 m from the nearest part of the vessel.						
3) Capacity for continuous operation of all monitors, to be included in the total capacity of the vessel's fuel oil tanks.						

Deberán estar alineados longitudinalmente con el buque, con un ángulo vertical de 90° y una desviación de crujía máxima de 30°, debiendo estar despejada la trayectoria del chorro. Un mínimo de dos estarán dispuestos de forma fija para permitir la dispersión del chorro. Los parámetros establecidos en la tabla deberán cumplirse para todos los hidrantes funcionando simultáneamente en paralelo a crujía.

Por su parte, el sistema que controle las lanzas en cubierta deberá: Remotamente operable desde una localización con buena visibilidad y adecuada protección. El esquema será tal que evite daños por golpe de ariete, y el control estará diseñado con la redundancia necesaria para que una avería singular no afecte a más del 50% de las lanzas instaladas. El estado de las válvulas y el sistema deberá ser indicado en el puesto de operación remota. Adicionalmente a este modo de operación remota, toda válvula podrá ser operada de forma local y manual. En caso de un sistema eléctrico de operación, deberá estar equipado con las protecciones contra cortocircuito y sobrecarga con adecuada selectividad.

El diseño de las lanzas estará pendiente de aprobación por DNV.

-Bombas, tubulatura y mangueras:

Será tal que no haya fluctuaciones en el chorro. Las bombas estarán protegidas y dispuestas de forma fácilmente accesible para operación y mantenimiento.

Las bombas que suministren aguas para el C.I. estarán ubicadas en lugares iluminados y ventilados bajo emergencia, disponiendo de calefacción y serán probadas estrictamente con el circuito de emergencia. Se cuidará de que las magnitudes de la corriente sean las adecuadas aún durante el pico de arranque.

Las tomas de mar que abastezcan a las bombas contraincendios no podrán ser compartidas para ningún otro servicio. Válvulas superiores a los 450mm tendrán un accionamiento de potencia además de manual. Las bombas contarán con alarmas audiovisuales en todo puesto de control en caso de operación indebida. Habrá medios para mantener llenas de agua las tuberías de alimentación de las tomas de cubierta. Los medios de propulsión no entorpecerán el uso de las tomas de mar. El área de paso de los filtros será al menos el doble de la de aspiración de la bomba.

Las tuberías que abastezcan a las tomas de cubierta serán diferentes de aquellas que abastezcan los equipos móviles. Se evitara un sobrecalentamiento de la bomba en situaciones de baja carga. La velocidad del agua en las líneas de aspiración no superará los **2 m/s**, y entre la bomba y las tomas de cubierta no excederá los **5 m/s**. Estarán debidamente dimensionadas si atraviesan un tanque de combustible. Se evitará dentro de lo posible ángulos bruscos y protegida frente a daño.

A mayores de las tomas de cubierta necesarias para el propio servicio de contraincendios del buque, se deberá tener un manifold contraincendios en cada banda con al menos cuatro conexiones, que contarán como equipos móviles.

Adicionalmente a las mangueras establecidas, se llevaran a bordo 8 mangueras de 15 m, 50mm diámetro y 4 boquillas de jet y cortina de 16mm, estibadas de forma que puedan ser rápidamente dispuestas.

Table G1 Overview of additional hydrant manifolds, hose connections and nozzles						
	Number of fire hydrant manifolds		Number of hose connections at each manifold	Total number of hose connections	Number of additional hoses ¹⁾	Number of additional nozzles ²⁾
Fire Fighter I	Port	Starboard	4	8	8	4
	1	1				
Fire Fighter II	1 or 2	1 or 2	6	12	12	6
			3	12	12	6
Fire Fighter III	1 or 2	1 or 2	8	16	16	8
			4	16	16	8
1) Length 15 m, diameter 50 mm						
2) Combined 16 mm spray/jet						

La presión en estos manifold será de 2,5 bar mínimo y 5 bar máximo.

Toda manguera y boquilla queda sujeta a aprobación de DNV.

-Equipo de bombero

Habrán 8 en el buque. Estarán estibados en dos puestos diferentes como mínimo, con uno de estos accesible desde cubierta. Existirá un compresor de aire que pueda rellenar los equipos de respiración autónoma, mínimo 75 litros/minuto.

Viendo las reglas expuestas, se decide hacer dos circuitos diferentes de agua contra incendios: Uno de alta presión y capacidad que abastezca las lanzas de cubierta y los rociadores externos, y otro de menor capacidad que alimente los manifold de cubierta. El único punto en común de los dos sistemas será la toma de mar.

Como nota adicional en referimiento a las normas a acatar, se menciona que a pesar de transportar a más de 12 personas que no son tripulantes, este buque no está considerado un buque de pasaje ya que esta no es su finalidad expresa, como se refleja en la norma que especifica la catalogación de “Special Purpose Ships”.

Lanzas:*Descripción:*

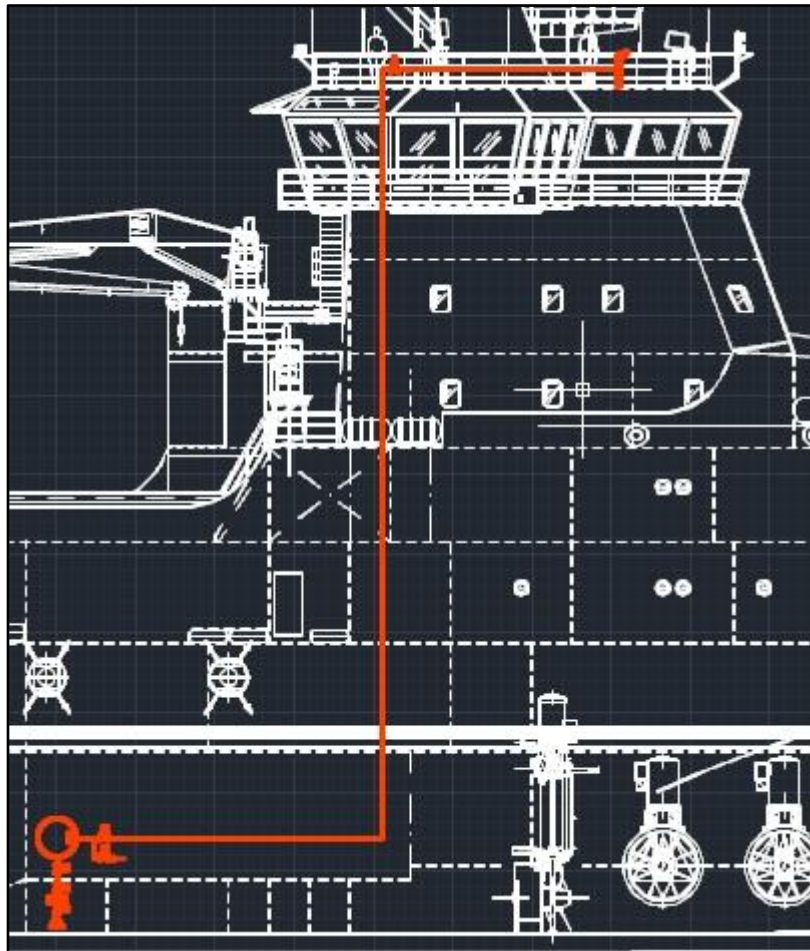
El circuito de las lanzas constará de dos lanzas fijas que permitan un caudal de $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ cada una, su sistema de control local y remoto que incluirá válvulas de accionamiento remoto, alarmas e indicadores, así como redundancia de los elementos a prueba de fallos singulares. Estas lanzas estarán posicionadas a ambas bandas de la cubierta magistral hacia proa sobre refuerzos adecuados, para así satisfacer los requerimientos de facilidad y visibilidad de operación. El puesto de control remoto estará ubicado en el puente de gobierno. Las tuberías serán de acero galvanizado. Las válvulas estarán accionadas eléctrica o manualmente. Existirá un seccionamiento en la comunicación con la parte de los rociadores, inmediatamente después de la válvula de descarga de la bomba. Habrá dos bombas centrifugas idénticas por redundancia, cada una en una cámara de máquinas separada, que aspiren de una toma de mar exclusiva para propósitos C.I.

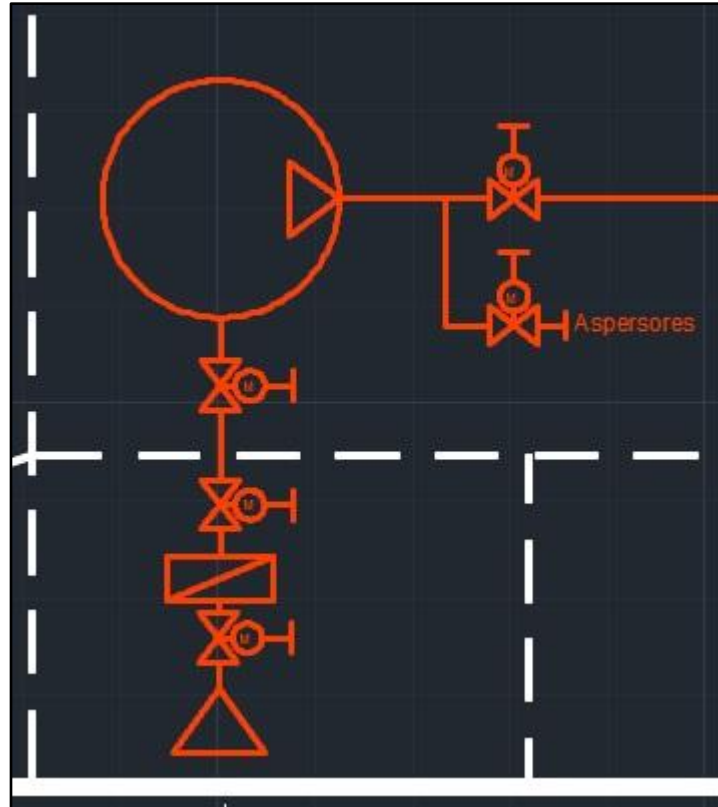
El circuito de rociadores dimensionado en conjunto con las lanzas constará, de acuerdo a las reglas, de rociadores capaces de dar una cortina de agua a las superficies verticales del barco con 10 litros por minuto por metro cuadrado expuesto, caudal que deberá ser añadido al de las lanzas para dimensionar la bomba.

El fabricante noruego Jason ofrece una solución conjunta a ambos sistemas orientada a cumplir la clase FiFi I de DNV que se nos exige. Esta empresa se ocupa de calcular y dimensionar el equipo completo. De todas formas, usaremos los datos que proporciona de sus equipos para realizar nuestros propios cálculos. El uso de espuma se ha descartado para lanzas viendo que en la oferta no se especifica su implementación. El modelo MM602HJF-F-C-02, presentado en los anexos, cumple con lo requerido.

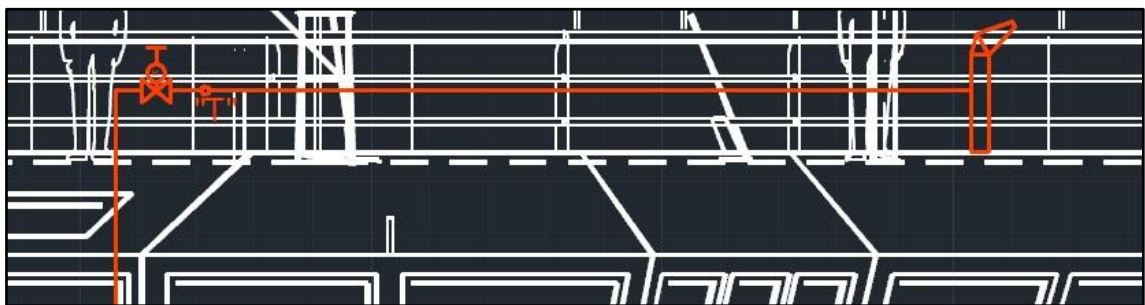
Las bombas que suministren aguas para el C.I. estarán ubicadas en lugares iluminados y ventilados bajo emergencia, disponiendo de calefacción y serán probadas estrictamente con el circuito de emergencia. Se cuidará de que las magnitudes de la corriente sean las adecuadas aún durante el pico de arranque.

Disposición esquemática:





Detalle de la bomba y toma de mar



Detalle de la divergencia en la cubierta magistral.

Se recuerda que las bombas y tomas de mar son redundantes.

Dimensionamiento:

Tras observar las lanzas ofertadas por el fabricante Jason, se decide optar por el modelo MM602HJF-F-C-02, cuyas características se resumen a continuación y cuyo catalogo se presenta como anexo:

PERFORMANCE DATA (EXAMPLE ONLY)

Capacity:	1200/300 m ³ /h.
Inlet pressure:	12 bar
Length of jet:	130m (with straight jet)
Reaction force:	15 kN

Design Data

- Max capacity: 1200 m³/h
- Pressure class: PN 16
- Size: DN 150 mm
- Standard flange: DIN 2633 FF
- Weight: 150 kg
- Elevation: -30°/+75° max
- Azimuth sweep: 330° max

Como se ha mencionado, la bomba debe de suministrar también el caudal de los rociadores exteriores. La norma específica unos 10 litros por minuto por metro cuadrado de superficie expuesta en los rociadores. Sabiendo que el fabricante Jason ya oferta un sistema conjunto y el caudal de las lanzas es 2400m³/h de forma reglamentaria, echamos un vistazo preliminar a la oferta de Jason:

WATER SPRAY SYSTEM

Design and calculation of the water curtain fire fighting systems by Jason Engineering.

Documentation to classification society for approval.

Design of advanced naval type water curtain systems, for ABC protection. (Atomic, Biological, Chemical protection).

10 liters pr. minute pr. m² on exposed vertical surface of hull including superstructure, deckhouses, lifeboats and monitors.

System calculation by computer program. No manual adjustment after installation. Various nozzle types are used depending on surface structure. Each nozzle is individually calculated and marked for specific position.

Material:	Bronze or equal seawater resistant
Capacity:	300 - 800 m ³ /h
Quantity:	30 - 70 nozzles Delivered with 1/2" and 2 NPT male thread and various orifice openings
Nozzle types:	Open standard upright sprinkler Open sidewall sprinkler Open window sprinkler
Material:	Bronze or equal seawater resistant
Capacity:	300 - 800 m ³ /h
Quantity:	30 - 70 nozzles Delivered with 1/2" and 2 NPT male thread and various orifice openings
Nozzle types:	Open standard upright sprinkler Open sidewall sprinkler Open window sprinkler

Extracto de la página de Jason

Podremos hacernos una idea de la superficie expuesta aproximándola a un paralelepípedo que englobe la superestructura. Como se ha descrito en el Cuaderno 1, la eslora de la superestructura es de aproximadamente 24,78m, la manga es la del buque de 19,8m. El puntal de la superestructura desde la línea de flotación de verano hasta la magistral para el Havila Commander, nuestro buque modelo, es de 19,65 m. Aplicando un factor de escala de 0,96 correspondiente a las diferencias de puntal, podemos decir que el puntal de nuestra superestructura es de 18,86m. Tendremos por tanto 467,35 m² expuestos en cada banda y 373,5 m² en popa y proa. En total serán 1681 m², que serán equivalentes a 1009 m³/h. Obviamente sobredimensionado, usaremos esta cifra para decidir que el caudal de rociadores será el máximo de **800 m³/h**.

Por lo tanto, el caudal de la bomba será de **3200 m³/h** o **0,8889 m³/s**.

Para determinar la presión necesaria en la descarga de la bomba en nuestro punto más exigente, una presión en punta de lanza de 12 bares, como especifica el equipo, recurriremos a la siguiente expresión:

$$H_{bomba} = (H_b - H_a) + \left(\frac{P_b - P_a}{\rho g} \right) + \left(\frac{V_b^2 - V_a^2}{2g} \right) + \text{Perdidas}$$

Con H expresada en metros de columna de líquido, “a” denotando la toma de mar y “b” la punta de lanza. P estará en pascales y V en metros por segundo.

La presión en la toma de mar será la de la columna de agua en la inmersión, como $\rho_{as} \cdot g \cdot h = 1025 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 6,68 \text{ m} = 67169 \text{ Pa}$

La altura 0 de referencia será en la quilla, a cuya altura se supone que esta la toma de mar. La cubierta magistral esta a 24,048 m por encima de la quilla.

La velocidad en a será de 0, y en b será la máxima permitida por DNV de 5 m/s.

Punto A, Toma de mar	Punto B, Lanza
$H_a = 0 \text{ m}$	$H_b = 24,048 \text{ m}$
$P_a = 67169 \text{ Pa}$	$P_b = 1000000 \text{ Pa}$
$V_a = 0 \text{ m/s}$	$V_b = 5 \text{ m/s}$

Para determinar el sumando de las perdidas, se recurre al método Hazem Williams:

$$\text{Perdidas (mc. a./m)} = \frac{10,67 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}}$$

Que nos da las pérdidas en metros de columna de líquido por metro de tubería recorrido. Q estará en m^3/s , d será el diámetro interior de la tubería en metros, y C un coeficiente de rugosidad de material de la tubería, que para acero galvanizado tomará un valor de 120. Analizaremos las pérdidas en dos tramos diferentes de la tubería, debido a los cambios de sección: El primero de la toma de mar hasta la división equitativa del flujo a la altura de las lanzas, y un segundo que vaya de la T de la línea hasta la propia lanza. Se desprecia el cambio de sección en el tramo de la toma de mar exclusiva hasta la bomba

El método Hazem Williams se recomienda para agua a temperatura ambiental (en cualquier caso inferior a $54,4^\circ\text{C}$) en flujos turbulentos

superiores a Reynolds de 10^5 con viscosidad cinemáticas no inferiores a 11,3 centiStokes.

Conocido el caudal y la velocidad del flujo, podemos determinar el área y por tanto el diámetro hidráulico de la tubería.

$$Q = V \cdot A; A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

Para el primer tramo:

El caudal para este cálculo será el de $0,6667 \text{ m}^3/\text{s}$ que recorra el tubo para las dos lanzas

$$0,6667 \text{ m}^3 = 5 \text{ m/s} \cdot A \rightarrow A = 0,1333 \text{ m}^2; 0,1333 \text{ m}^2 = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$d = 0,412 \text{ m}$$

Orientativamente, el Reynolds resultante es de:

$$Re = \frac{5 \cdot 0,412}{1,19 \cdot 10^{-6}} = 1,73 \cdot 10^6$$

Lo cual nos permite confirmar que el método de Hazen Williams es aplicable.

$$Perdidas (mc. a./m) = \frac{10,67 \cdot 0,667^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 0,412^{4,87}} = 0,0539 \text{ m. c. a./m}$$

Teniendo en cuenta la dimensión lateral de la manga, no representada en la disposición y que tomaremos como la manga: 19,8 m, tendremos 53,64 m de tubería.

Sin embargo, la presencia de codos, válvulas y otros elementos en la tubería entorpece el flujo de forma obvia, por lo que habrá que considerar también estas pérdidas. Entre las diversas maneras empíricas de hallar esto, pueden convertirse los elementos en longitudes de tubería con pérdidas equivalentes. A continuación se presenta una tabla resumen de elementos típicos.

Longitudes equivalentes adimensionales representativas (L_e/D) para válvulas y accesorios		
Tipo de accesorio	Descripción	Longitud equivalente L_e/D^*
Válvula de globo	Completamente abierta	350
Válvula de compuerta	Completamente abierta	13
	$\frac{3}{4}$ abierta	35
	$\frac{1}{2}$ abierta	160
	$\frac{1}{4}$ abierta	900
Válvula de retención		50 – 100
Codo estándar de 90°		30
Codo estándar de 45°		16
Codo de 90°	Radio largo	20
Codo de servicio de 90°		50
Codo de servicio a 45°		26
Unión en "T"	Flujo en línea	20
	Flujo en ramal	60
Codo a 180°	Patrón estrecho	50
Basada en $h_{L_e} = f \frac{L_e}{D} \frac{\bar{v}^2}{2}$		

En nuestro primer tramo tendremos, teniendo en cuenta la tercera dimensión no reflejada en las disposiciones, 8 codos de radio largo, una T en ramal y cinco válvulas de compuerta.

Elementos	Nº	coeficiente	Le(m)
Codos r largo	8	20	65,9241305
válvula	5	13	26,781678
T ramal	1	60	24,7215489

Por lo que la longitud total resultará en:

$$53,64\text{m} + 65,924\text{m} + 26,782\text{m} + 24,722\text{m} = 186,06 \text{ m de tubería}$$

$186,06\text{m} \cdot 0,0539 \text{ m.c.a. /m} = 9,213 \text{ m.c.a. en pérdidas, que equivaldrían a } 0,9 \text{ bares.}$

Seguiremos idéntico procedimiento para el segundo tramo, teniendo en cuenta que su longitud es de 17,964m, su diámetro 0,291 m, y que tendrá 3 codos, dos válvulas y un bar adicional de pérdida por la propia lanza.

2do tramo			
Q	0,33333333	m3/s	
V	5	m/s	
A	0,06666667	m2	
D	0,29134625	m	
L	17,964	m	
Reynolds	1,2139E-06		
Hazem Williams			
	0,08078503	m.c.a. por m	
Elementos			
	núm.	coef	perdida
codos	3	20	24,7215489
válvulas	2	13	10,7126712
L total			
	53,3982201	m	
Perdidas			
	4,31377661	m.c.a.	

Sumando 10 m.c.a. por la lanza, habrá 14,31 m.c.a. de pérdida en este segundo tramo.

El total de pérdidas será por tanto de 23,52 m.c.a.

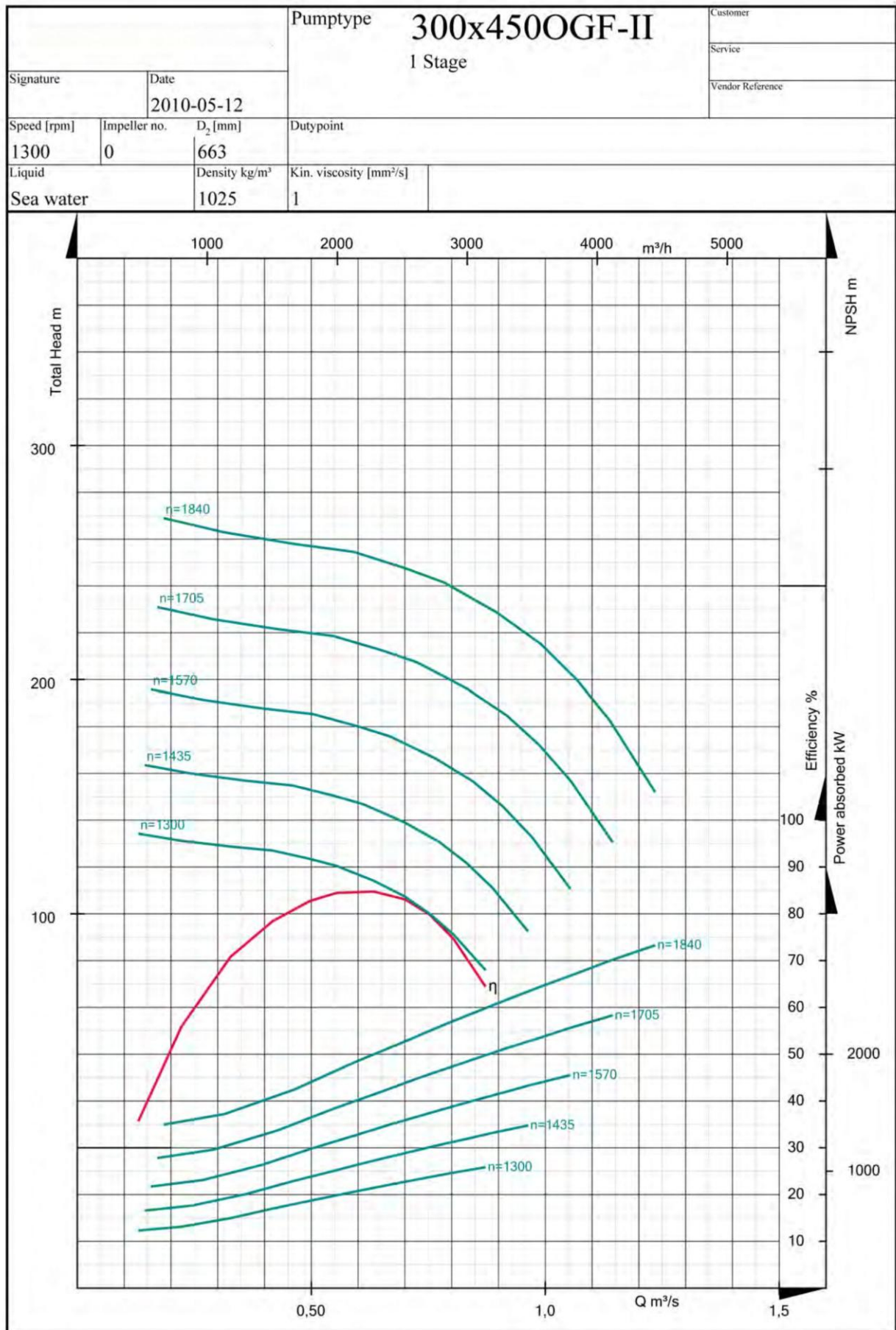
Sumando todos los términos:

$$\begin{aligned}
 H_{bomba} &= \\
 (24,048m - 0m) &+ \left(\frac{1,2 \text{ MPa} - 67 \text{ kPa}}{\frac{1025 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot g} \right) + \left(\frac{\frac{5 \text{ m}^2}{\text{s}} - 0^2}{2 \cdot g} \right) + 23,5 \text{ m.c.a} \\
 &= 161,5 \text{ m.c.a} = 16,15 \text{ bares}
 \end{aligned}$$

Con lo que tendremos definido el punto de funcionamiento de nuestra bomba: **Q= 3200 m³/h; P= 16,15 bar.**

El consumo del accionador se cifra en **1700 kW**

Estudiando la oferta de Jason para bombas, nos decantamos por el modelo OGF 300X450, cuyo caudal oscila entre los 1500 m³/h y los 3300 m³/h y cuya capacidad entre los 11 y 17 bares.



Los espesores de tubería serán aquellos marcados por DNV. Existen unos espesores mínimos que deben ser mantenidos.

La fórmula de cálculo que establece es:

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - \frac{a}{100}}$$

$$t_0 = \frac{p \cdot D}{20 \cdot \sigma_t \cdot e + p}$$

Para el primer tramo:

t= espesor (mm)

t₀=espesor estructural mínimo (mm)

a=12,5 factor de tolerancia de fabricación

b= t₀/10 factor en caso de tubería curvada (mm)

c= 3 tolerancia a la corrosión (mm)

p= 17 presión límite de la bomba centrífuga (bar)

D= 412 diámetro del tubo (mm)

σ_t=12 tensión permitida (N/mm²)

e= 1, factor de fabricación

$$t_0 = \frac{17 \cdot 412}{20 \cdot 12 \cdot 1 + 17} = 27,25 \text{ mm}$$

$$t = \frac{27,25 + 2,725 + 3}{1 - \frac{12,5}{100}} = 37,7 \text{ mm}$$

El mínimo que establece DNV para tuberías de gran diámetro es de 4mm.

Para el segundo tramo, tendremos el mismo procedimiento y datos, salvo que el diámetro será de 291mm.

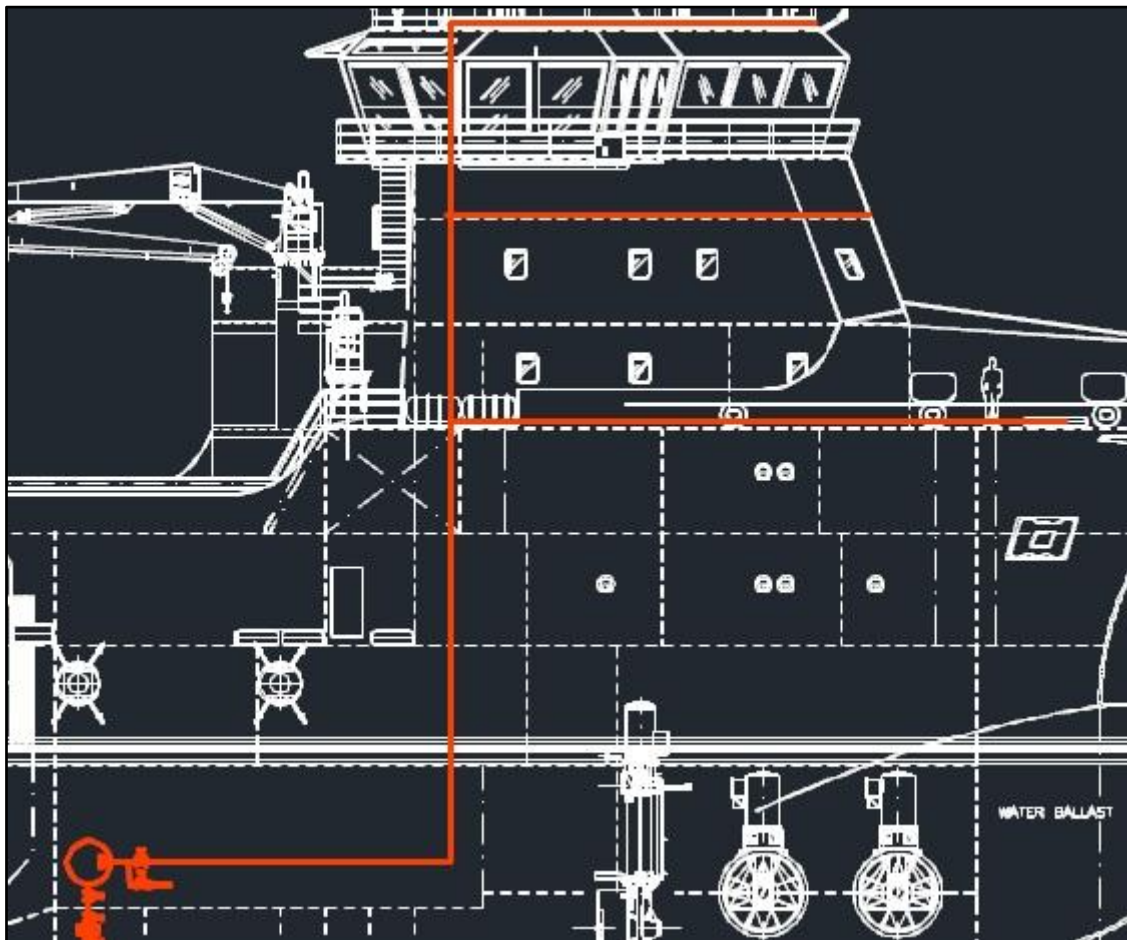
1er tramo		
p	17	bar
D	291,35	mm
sigma	12	N/mm2
e	1	
b	1,297	mm
c	3	mm
a	12,5	
t0	27,2546259	mm
t	37,6915297	mm

Aspersores:

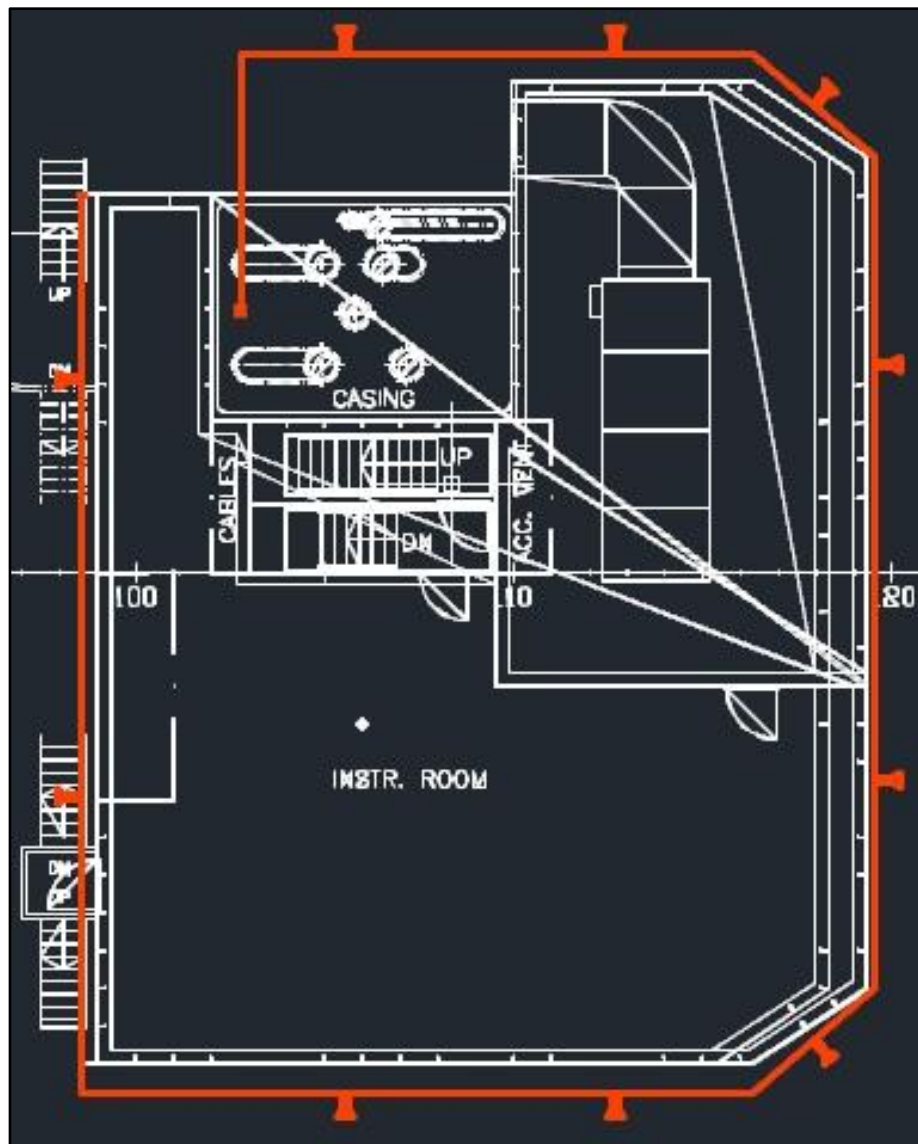
Descripción:

Partiendo de la misma bomba que el sistema de lanzas, el sistema de rociadores constara de boquillas que puedan formar una cortina de agua protectora alrededor de la superestructura. El caudal y presión a la que operan ya ha sido determinado en el apartado dedicado a lanzas durante el cálculo de la bomba, con un **Q= 800 m³/h; P= 16,15 bar**. Una tubería partirá de la bomba, pudiendo funcionar de forma seccionable e independiente del sistema de las lanzas. De esta tubería común surgirán tres ramificaciones a la altura de las diferentes cubiertas, que acompañaran el contorno exterior de la superestructura. Una a la altura de la cubierta B, otra a la D y otra en la magistral. Como el sistema está pensado para que funcionen todos los aspersores al mismo tiempo, no habrá válvulas más allá de la de la descarga del sistema aguas arriba de la bomba. Los diferentes elementos serán aquellos que especifica Jason en su descripción.

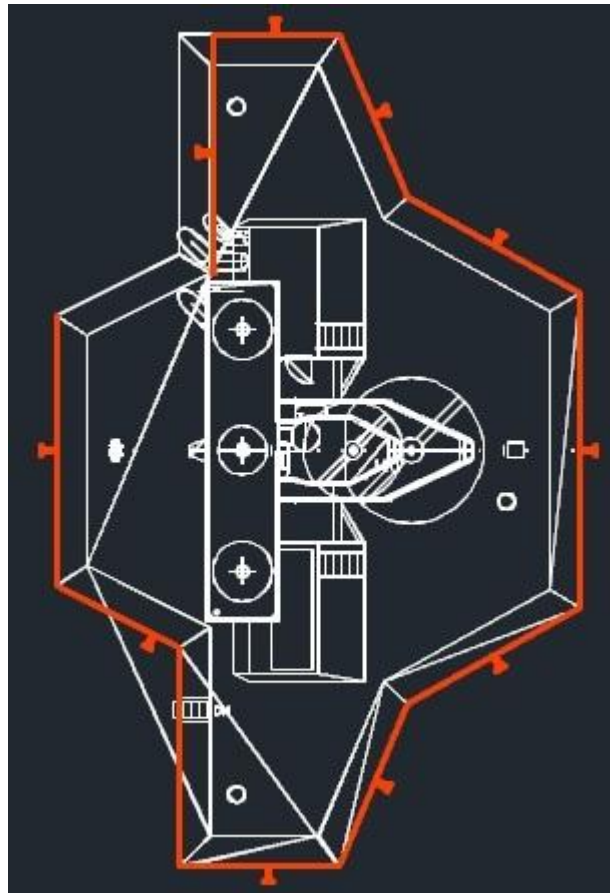
Disposición esquemática:



Se recuerda que las bombas y tomas de mar son redundantes.



Esquema de ramificación en la superestructura.



Esquema de ramificación sobre el puente.

Dimensionamiento:

La longitud del colector desde la bomba hasta la cubierta magistral es de 53,64 m. Serán 26,81 m desde la toma de mar hasta la cubierta B, 5,6 m entre las cubiertas B y D, y otros 5,6 m hasta la cubierta magistral. La longitud en los ramales de las cubiertas B y D son de 54,86 m cada una. La longitud en el último ramal es de 56,06 m. Dado un caudal de $800 \text{ m}^3/\text{h}$ y la velocidad de 5 m/s, el diámetro del colector hasta la cubierta B será de 237 mm, con el siguiente espesor:

p	17	bar
D	237,88	mm
sigma	12	N/mm ²
e	1	
b	1,57	mm
c	3	mm
a	12,5	
t0	15,73	mm
t	23,21	mm

Las pérdidas serán, mediante Hazem Williams, de 0,102 m.c.a. por m. Asumiendo 8 codos de 90° y 4 válvulas, la longitud equivalente de la tubería por elementos resulta en 50,43 m de tubo adicional. Por tanto, las pérdidas de carga en el colector hasta la cubierta B son de 7,88 m.c.a.

Una vez superada esta cubierta y suministrado un tercio del caudal, el colector pasa a tener 194 mm de diámetro manteniendo su velocidad de 5 m/s. No hay ningún elemento en este tramo ni en el siguiente.

Cub. B a D		
Q	533,333	m ³ /h
	0,148	m ³ /s
V	5	m/s
A	0,0296	m ²
D	0,194	m
espesores		
p	17	bar
D	194,23	mm
sigma	12	N/mm ²
e	1	
b	1,285	mm
c	3	mm
a	12,5	
t0	12,85	mm
t	19,58	mm
t	35,08	mm
Hazem Williams		
Longitud	5,6	m
Pérdidas	0,13	m.c.a. por m
Le	0	m
elementos		
	0,727	m.c.a.

Cub. D a magistral		
Q	266,66	m ³ /h
	0,074	m ³ /s
V	5	m/s
A	0,0148	m ²
D	0,137	m
espesores		
p	17	bar
D	137,342	mm
sigma	12	N/mm ²
e	1	
b	0,91	mm
c	3	mm
a	12,5	
t0	9,085	mm
t	14,85	mm
t	30,35	mm
Hazen Williams		
Longitud	5,6	m
Perdidas	0,195	m.c.a. por m
Le elementos	0	m
	1,09	m.c.a.

Para cualquiera de las ramificaciones, que llevara un tercio del caudal:

Q	0,074	m³/s
V	5	m/s
A	0,0149	m ²
D	0,137	m
espesores		
p	17	bar
D	137,342	mm
sigma	12	N/mm ²
e	1	
b	0,908	mm
c	3	mm
a	12,5	
t0	9,085	mm
t	14,85	mm

Pérdidas	Hazem Williams	
Ramal B		
Longitud	54,86	m
perdidas	0,198	m.c.a.
Codos 90		
Número	2	
Coef	30	
Le	8,22	m
Codos 45		
Número	4	
Coef	16	
Le	8,768	m
L total	71,86	m
Pérdidas totales	14,228	m.c.a.

Pérdidas	Hazem Williams	
Ramal D		
Longitud	54,86	m
perdidas	0,198	m.c.a.
Codos 90		
Número	2	
Coef	30	
Le	8,22	m
Codos 45		
Número	4	
Coef	16	
Le	8,768	m
L total	71,86	m
Pérdidas totales	14,228	m.c.a.

Pérdidas	Hazem Williams	
Ramal M		
Longitud	56,06	m
perdidas	0,198	m.c.a.
Codos 90		
Número	2	
Coef	30	
Le	8,22	m
Codos 45		
Número	8	
Coef	16	
Le	17,536	m
L total	81,81	m
Pérdidas totales	16,11	m.c.a.

Las pérdidas por tanto, quedan como:

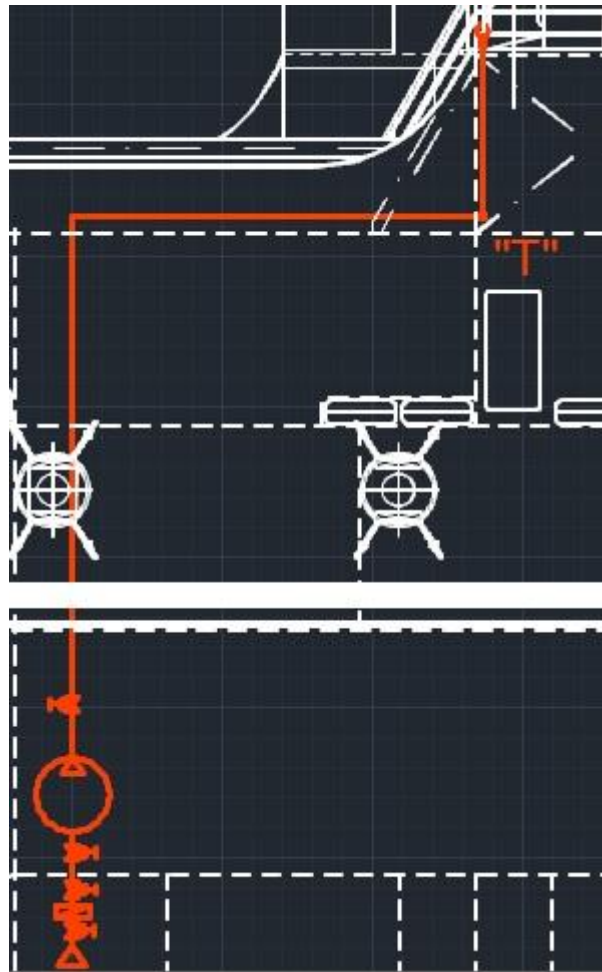
Hasta cubierta B	22,1 m.c.a.
Hasta cubierta D	23,18 m.c.a.
Hasta cubierta magistral	25,807 m.c.a.

Manifold en cubierta:

Descripción:

Como parte del equipo móvil obligado a bordo, se contara con dos manifold de cubierta a **4,5 bares** con cuatro conexiones, alimentado por otro circuito totalmente independiente al descrito en los párrafos superiores cuyo único punto en común será la toma de mar. Estos dos manifold estarán ubicados a cada banda del buque, de forma que con la manguera extendida pueda actuarse sobre un incendio en cualquier punto de la cubierta desde dos puntos. A mayores contara con accesorios tales como mangueras, boquillas de jet y boquillas de cortina. La norma nos establece que, a mayores de las mangueras establecidas, se llevaran a bordo 8 mangueras adicionales de 15 m, 50mm diámetro y 4 boquillas de jet y cortina de 16mm, estibadas de forma que puedan ser rápidamente dispuestas. Estos elementos serán estibados en los paños de bombero que se describen posteriormente.

Disposición esquemática:



Dimensionamiento:

Respetando la indicación de los 5m/s en tubería, se decide dimensionar el sistema para el máximo indicado por el SOLAS: 180 m³/h. Por redundancia, existirán dos bombas con esa capacidad.

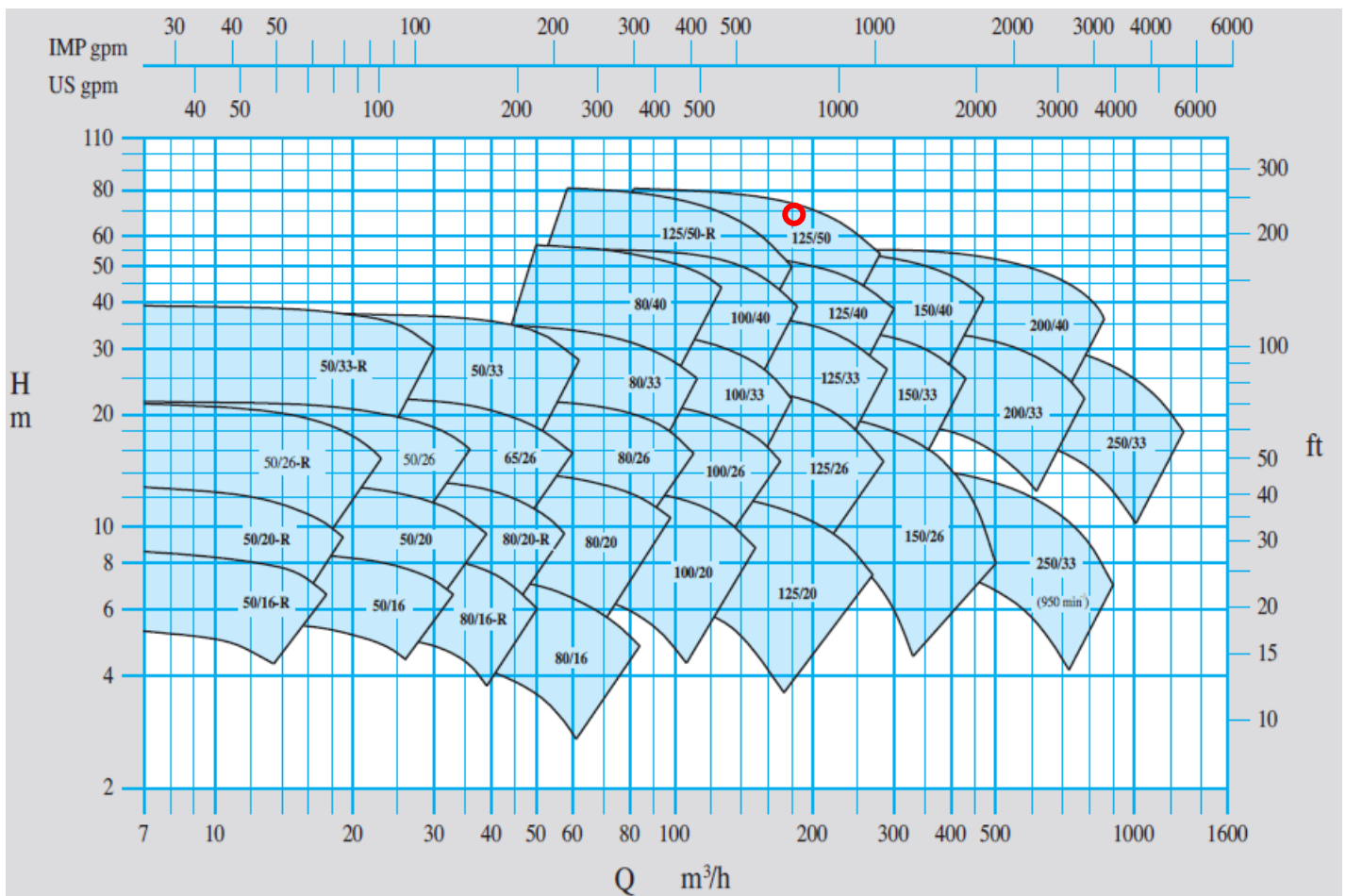
Para determinar la presión necesaria en la descarga de la bomba, usaremos el mismo análisis que para el sistema de lanzas.

Manifold		
Punto A	toma de mar	
Ha	0	m
Pa	67169,07	pascales
Va	0	m/s
Punto B	Manifold	
Hb	14,4	m
Pb	500000	pascales
Vb	5	m/s

1er tramo			
Q	0,05	m ³ /s	
V	5	m/s	
A	0,01	m ²	
D	0,11283792	m	
L	16,12	m	
Reynolds	474108,894		
Hazen Williams			
0,24508542	m.c.a. por m		
Elementos	núm.	coef	perdida
Codos	4	20	9,02703334
válvula	3	13	4,40067875
T	1	60	6,770275
L total	36,3179871	m	
perdidas	8,90100927	m.c.a.	
2do tramo			
Q	0,025	m ³ /s	
V	5	m/s	
A	0,005	m ²	
D	0,07978846	m	
L	14,0456	m	
Reynolds	335245,614		
Hazen Williams			
0,36763769	m.c.a. por m		
Elementos	núm.	coef	perdida
Codos	2	20	4,51351667
válvula	1	13	1,46689292
L total	6,06019804	m	
perdidas	2,22795722	m.c.a.	

H total	69,8484444	m.c.a.
H	14,4	m.c.a.
P	43,0452679	m.c.a.
V	1,27420999	m.c.a.
perdidas	11,1289665	m.c.a.

Con lo que necesitaremos una bomba de **Q= 180 m³/h; P= 7 bar**.
Observando el catalogo de bombas del fabricante Azicue:



Entrando en el grafico, nos interesa el modelo **125/50**. El fabricante cifra su consumo en **132kW** Los datos de este modelo serán dispuestos en los Anexos. La presión máxima de esta bomba es de 8 bares, por lo que los espesores serán de:

Espesores		
1er tramo		
p	8	bar
D	112,837917	mm
sigma	12	N/mm2
e	1	
b	0,36399328	mm
c	3	mm
a	12,5	
t0	3,6399328	mm
t	8,00448694	mm

2do tramo		
p	8	bar
D	79,7884561	mm
sigma	12	N/mm2
e	1	
b	0,25738212	mm
c	3	mm
a	12,5	
t0	2,57382116	mm
t	6,66423232	mm

Agua nebulizada:

Descripción:

La totalidad del sistema de agua nebulizada está diseñado y dimensionado por el fabricante e instalador en función de las características del espacio. El principio de funcionamiento es muy sencillo, se trata de pulverizar agua dulce a alta presión a través de boquillas. En comparación con los más tradicionales sistemas de gas inerte o rociadores de agua, presenta importantes ventajas:

- Alta eficacia en todo tipo de fuegos, A B o C e incluso fuegos eléctricos hasta 35kV
- No perjudica el equipo o personal alojado en el espacio, pudiendo usarse tanto en habitación, puente y cámara de máquinas sin necesidad de evacuación previa.
- El sistema emplea agua técnica desionizada, de la cual el buque puede reponerse en tránsito tras un disparo del sistema.
- La ausencia de productos químicos implica una reducción del coste de ciclo de vida al no haber residuos de los que hacerse cargo
- La niebla de agua es capaz de penetrar por los cárteres, bancadas y recodos del espacio, contando por ello con más alcance que otros métodos.
- El consumo de agua es menor que en un sistema de rociadores tradicionales.

El agua dulce no necesita ser potable, y puede ser obtenida de una planta desalinizadora del barco o del tanque de agua dulce. Puede necesitar algún tipo de aditivo para mejorar el rendimiento o la vida útil del sistema. De ninguna forma esta agua resultara toxica o perjudicial para una persona cuando el sistema entre funcionamiento, y podrá reponerse el agua durante la travesía. Para asegurarnos que siempre haya disponible agua, la toma estará a un nivel inferior al fondo del tanque, por debajo del resto de tomas.

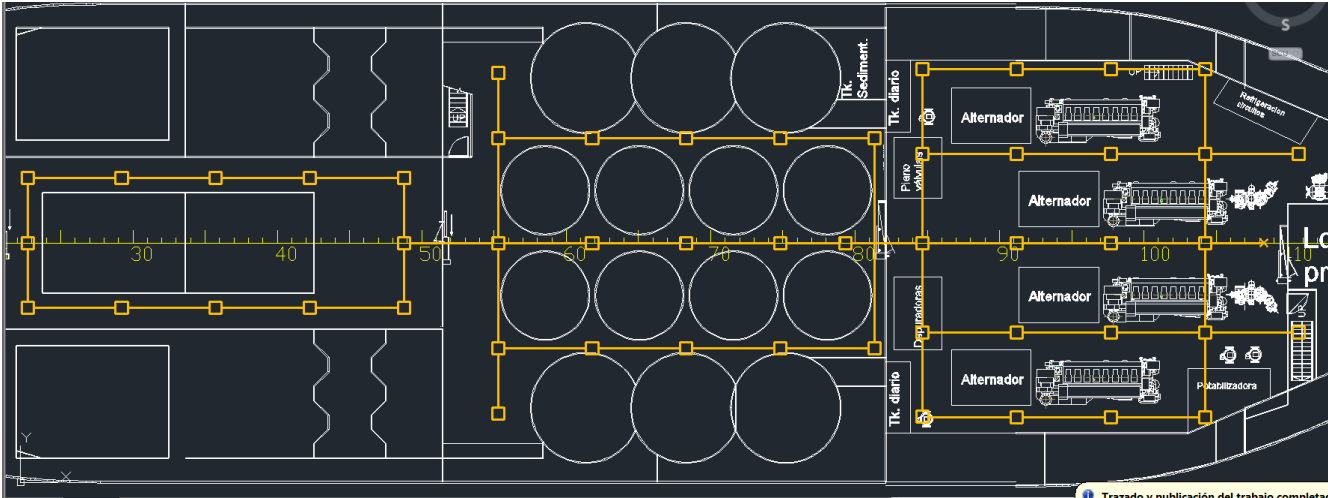
Una bomba específica para este mantendrá la línea llena de agua y preparada para el disparo, así como dar la alta presión necesaria para la pulverización. La línea recorrerá todos los volúmenes a proteger: Cámaras de maquinas, espacio de carga, camarotes, cocina, locales de propulsores y puente. En cada uno de los espacios se dispondrán las líneas y las boquillas nebulizadoras suficientes para cubrir cualquier posible foco de incendio, prestando particular atención a los lugares más riesgosos o probables.

El disparo será automático y localizado, pudiendo supervisarse desde los puestos de control en puente y cámara de máquinas.

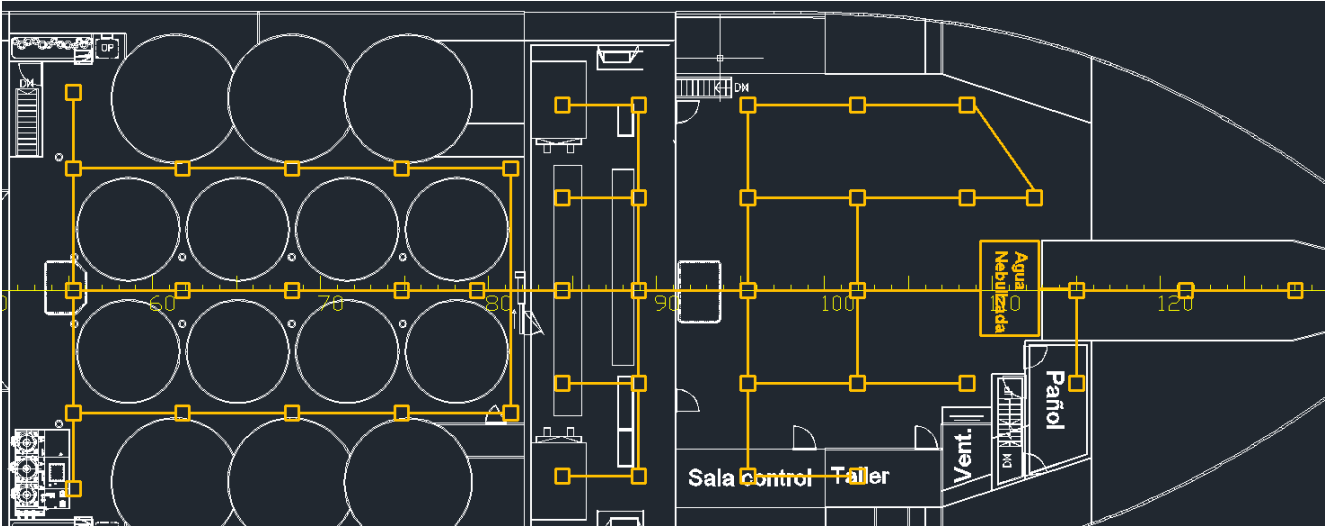
Según presenta el fabricante HI-FOG, el agua se pulveriza hasta gotas de 50 μm , lo cual maximiza la superficie de contacto y permite una vaporización muy rápida, causando una efectiva extinción del incendio por enfriamiento incluso en rincones donde un pulverizador convencional no alcanzaría, y aísla el oxígeno del fuego. El caudal necesario es notablemente bajo.

Está en manos de fabricante escoger la implementación de las boquillas disponibles en función de las características del espacio a proteger.

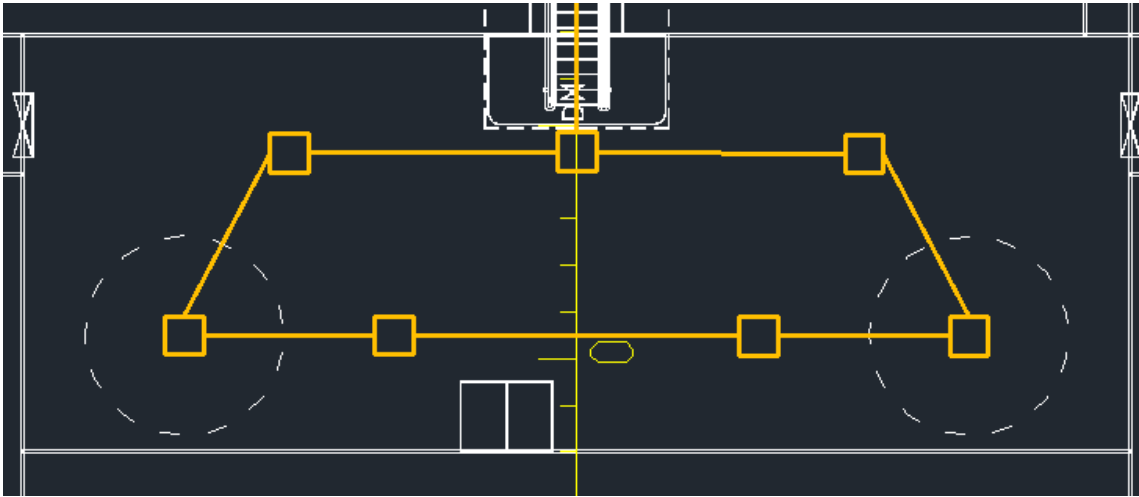
Disposición esquemática:



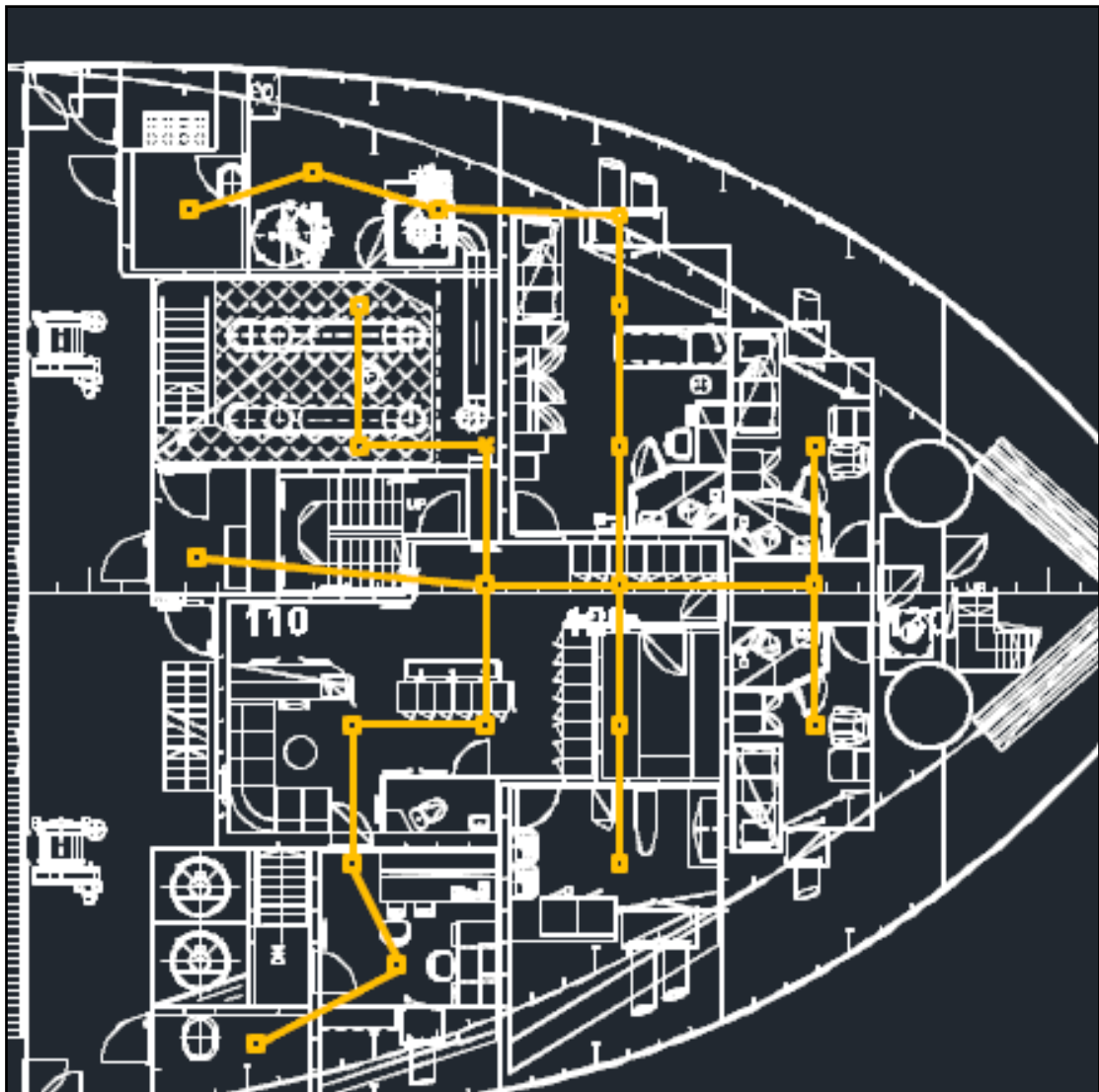
Doble fondo



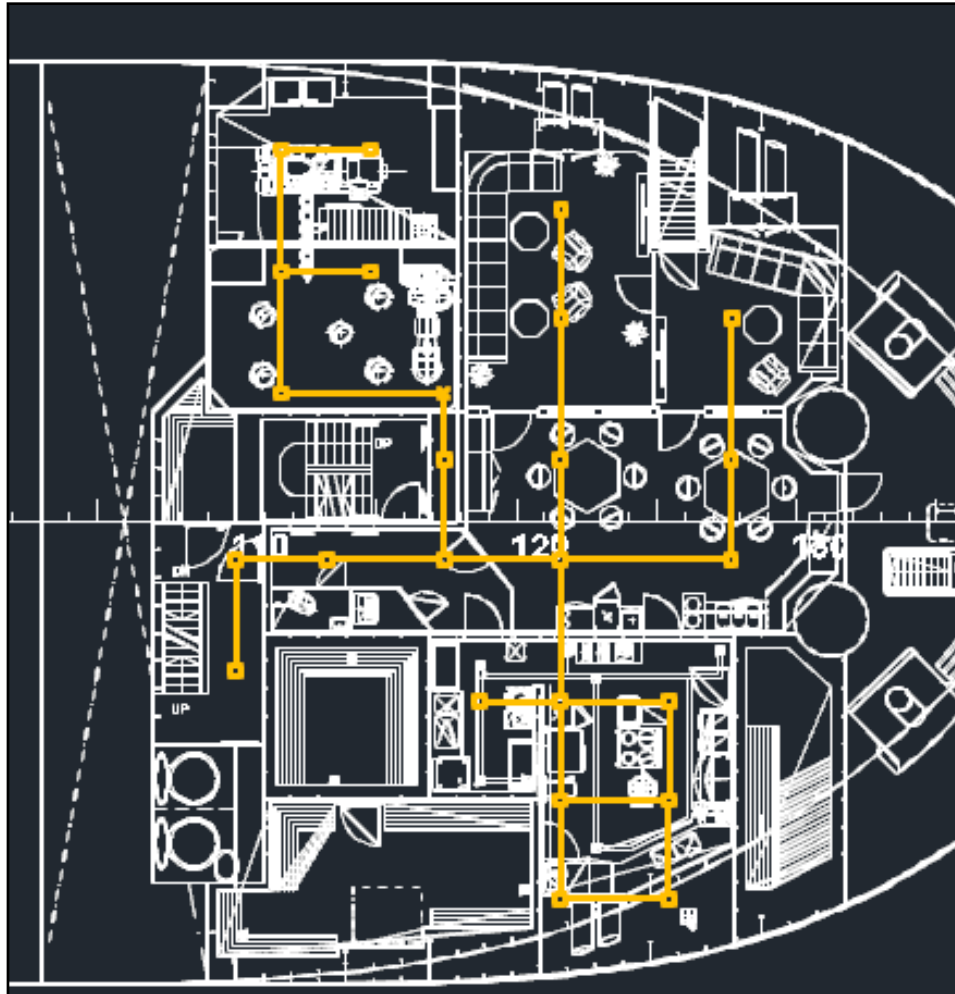
Entrepunte



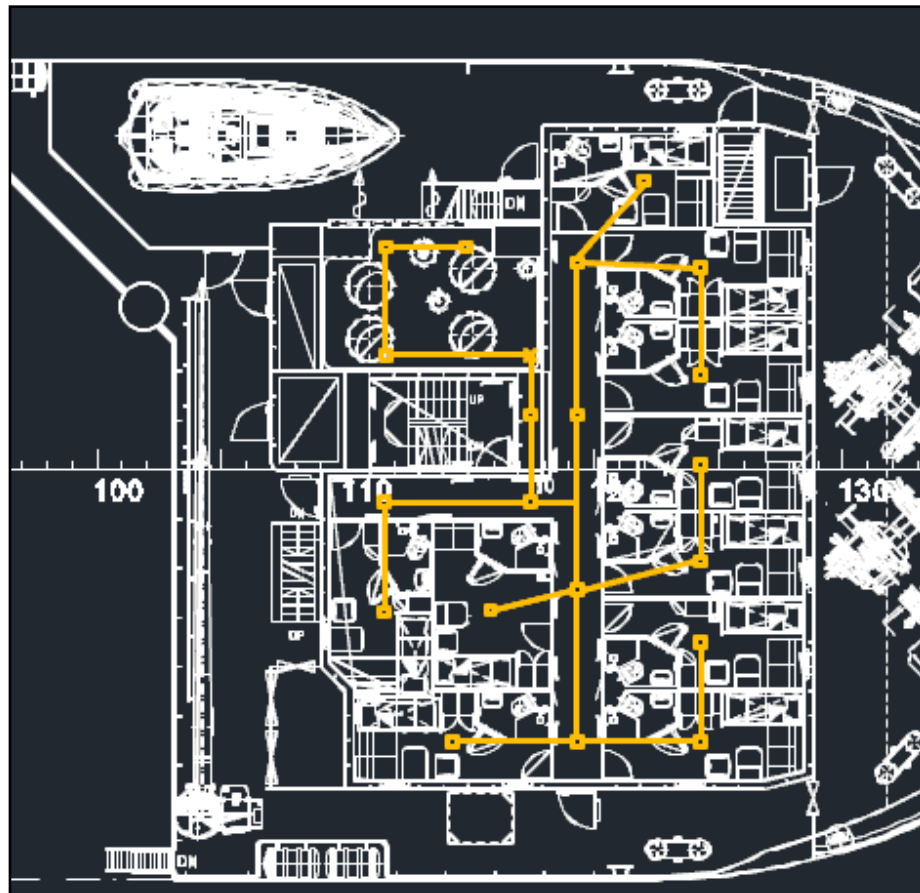
Local pods



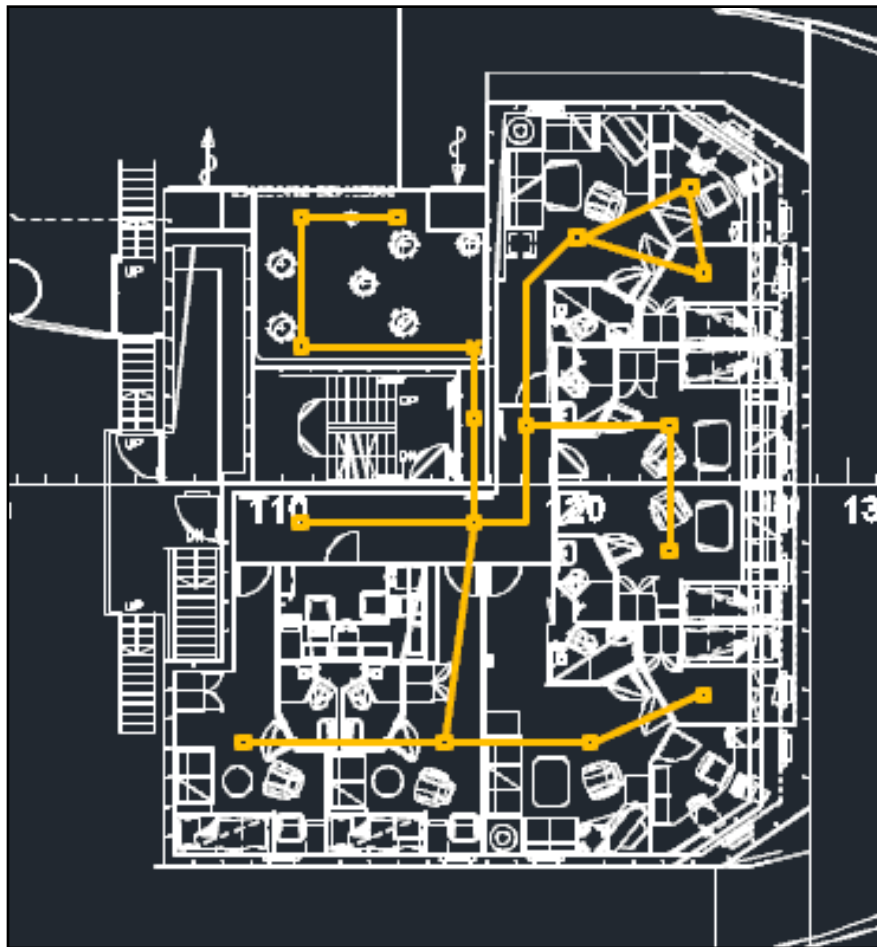
Cubierta 1



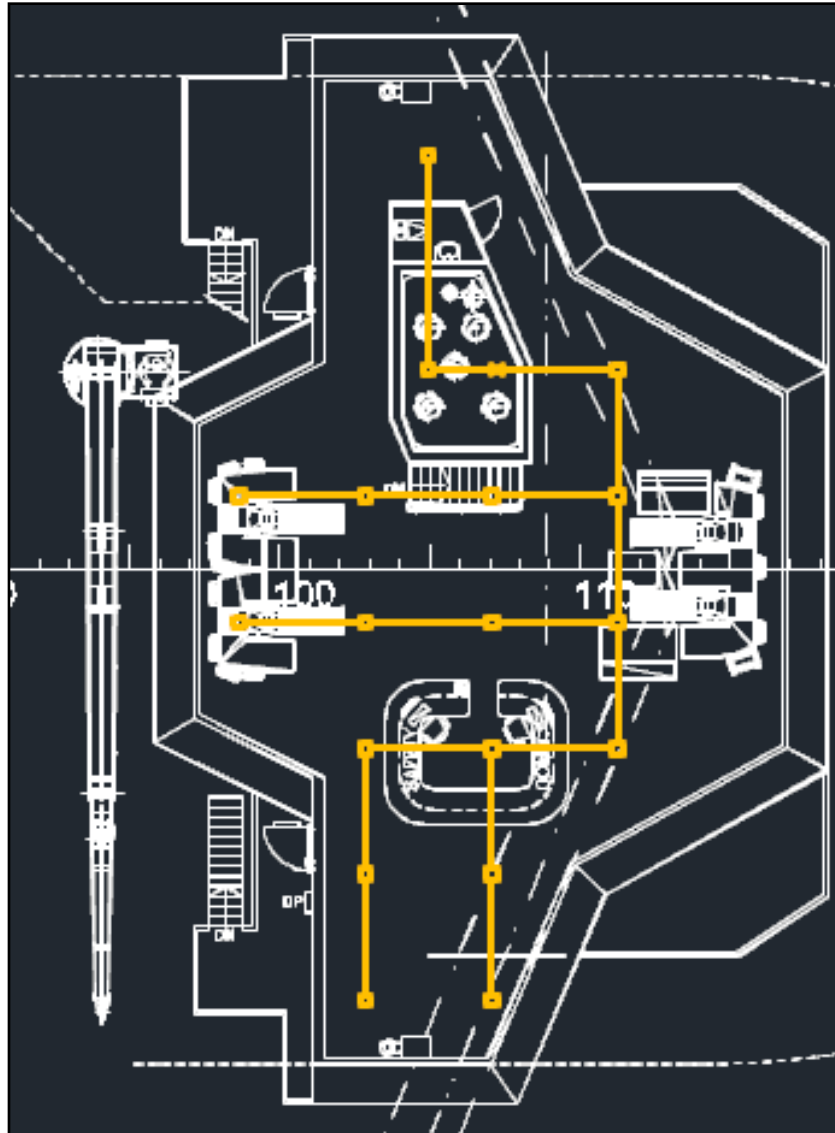
Cubierta A



Cubierta B



Cubierta C



Puente

Dimensionamiento:

Dado que el sistema viene calculado por el fabricante, elementos como la bomba, el cálculo de pérdidas de carga o incluso el número de codos en la línea son correspondencia exclusiva del fabricante. Sin embargo, haremos una estimación propia para hacernos una idea de la magnitud de las pérdidas.

Estudiaremos la protección del local de los propulsores acimutales, el más lejano con diferencia al equipo de agua nebulizada. La altura del techo del local, donde estarán ubicados los nebulizadores, es de 7,4 metros sobre la línea base. Supondremos que el equipo nebulizador estará ubicado a la altura de la cámara de máquinas sobre la línea base, y la salida del agua nebulizada está a 1,7 metros por encima del polín del

equipo. La diferencia de altura a vencer es de 5,7 metros. La longitud de tubería desde el espacio de máquinas hasta el local es de aproximadamente 66 metros, a los que deben sumarse los 22 metros de tubería que forma el anillo dentro del propio local. La tubería normalizada para nuestro equipo es de DN30, con lo que asumiremos un diámetro interno de 25mm. Suponiendo una razonable cantidad de 10 codos de 90° en la canalización, y siguiendo las indicaciones de la NFPA, para un codo de 90° de una tubería de 25 mm equivale una longitud de 0,36 m. Para diez codos, eso supondrá unos 3,6 m de tubería adicionales.

Dadas las altas presiones a las que opera este sistema, no se recomienda el uso del método Hazem Williams. Por tanto, usaremos el método de Darcy Weisbach, tal y como recomienda el Comité Europeo por la estandarización en su texto sobre el agua nebulizada.

La formula es: $\Delta p = 2,252 \cdot \frac{f \cdot L \cdot \rho \cdot Q^2}{d^5}$

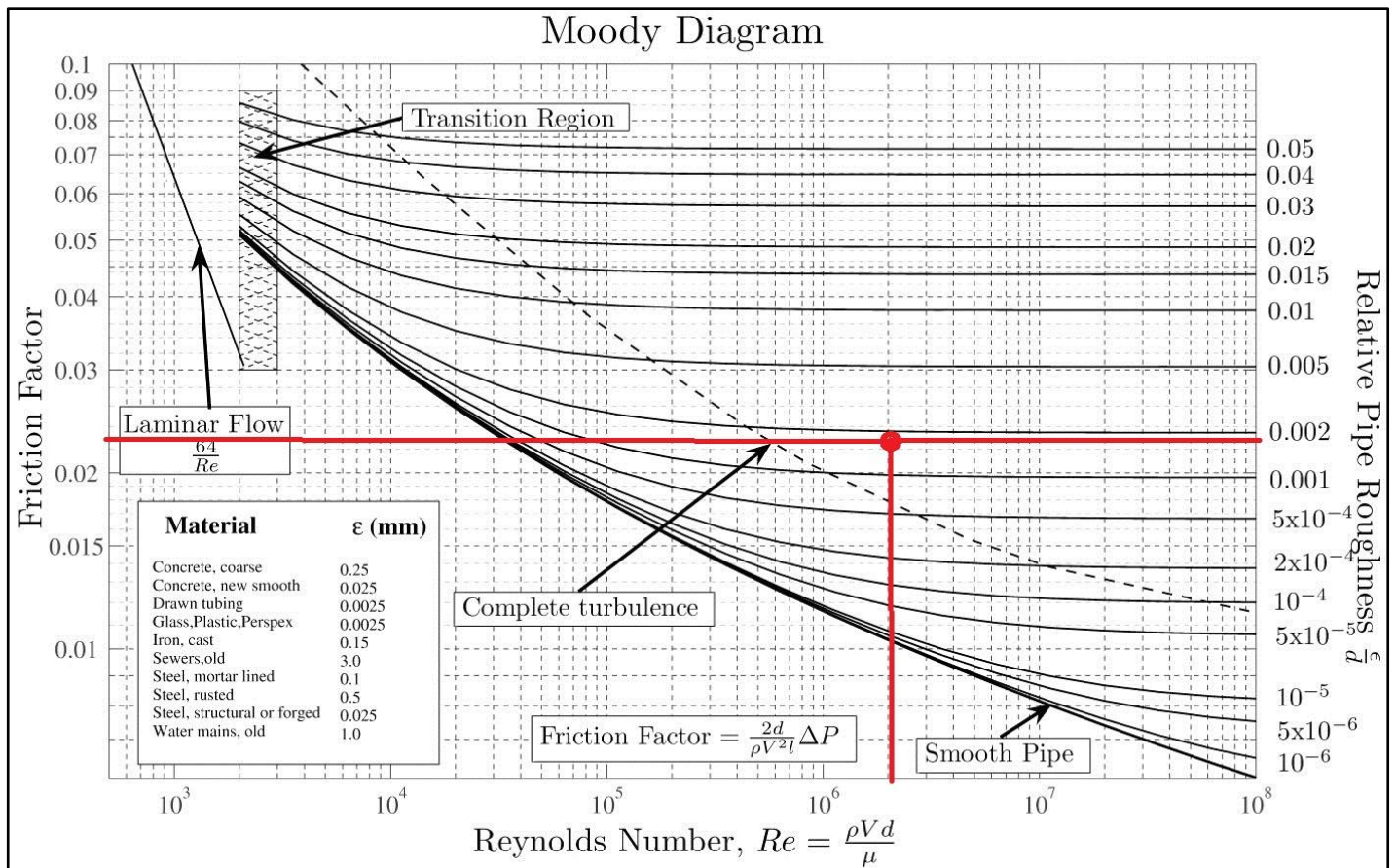
Con Δp la pérdida en bares, f un factor de fricción según Moody, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $Q = 236,5$ litros por minuto, $d = 25\text{mm}$.

Para determinar f necesitaremos el Reynolds del flujo así como $\frac{\varepsilon}{d}$. El

$$\text{Reynolds es de: } Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{\left(\frac{4 \cdot \frac{236,5}{60 \cdot 1000}}{\pi \cdot 0,025^2} \right) \cdot 0,025}{10^{-6}} = 200747$$

El valor de ε para una tubería de acero inoxidable es de 0,0451 mm

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,0451}{25} = 1,894 \cdot 10^{-3}$$



Obtenemos un factor de fricción de 0,023, con lo que podremos calcular las pérdidas. Obtenemos un valor de pérdidas de 27, 174 bares. Se recuerda que es meramente orientativo y el dimensionamiento final se llevaría a cabo por el fabricante durante la instalación.

Hi-FOG ofrece un sistema capaz de abarcar hasta 6600 metros cúbicos de espacio.


Será necesario un caudal de 5 litros por minuto por metro cuadrado, y las boquillas operaran en un rango de 50 a 100 bares. El radio de acción circular de los pulverizadores es, como media, de 2,5 m. Las tuberías serán estandarizadas por el fabricante con DN 30 y DN 12 en las ramificaciones.

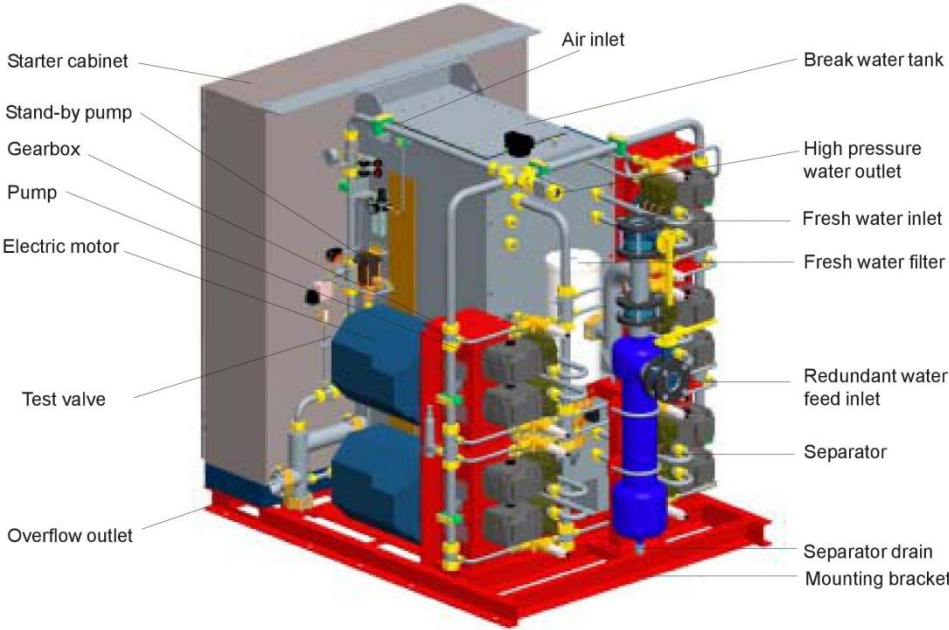
Los espacios a proteger serán, aproximadamente:

Máquinas	543 m ²
Carga	366 m ²
Habilitación	654 m ²
Puente	315 m ²

Que, si necesitaran ser protegidos simultáneamente en su totalidad, equivaldrían a un caudal de 563,4 m³/h.

La bomba será la SPU5:

	Technical Data Sheet DOC0002081 Sprinkler Pump Unit SPU 5		Sheet 1 of 3
	Product E01227.1		08 Feb 2008




Unit output pressure	Length [mm]	Width [mm]	Height [mm]	Mass (dry) [kg]	Mass (wet) [kg]	Max. output [lpm]
140-80 bar	2111	1410	1818	1950	2510	487
140-140 bar				2400	2960	


Description
 The SPU 5 consists of five pump modules. Each module consists of an electric motor running via gearbox two high pressure pumps to produce the high pressure water flow needed in the sprinkler system in the case of a fire accident.

The pressure produced by pumps can be adjusted from 80 bar to 140 bar respectively, according to the application. The pump modules are started sequentially, thus reducing the electric power peak loads. In stand-by position, the system pressure is maintained at 25 bar by means of the pneumatic stand-by pump.

The pump unit can be started automatically or manually. Automatic start is activated by either the flow signal or the pressure signal. Manual start can be launched either from the external release panel or from the Starter Cabinet, switching on the pump modules one by one. External release and indication panel is normally included in the Marioff supply. The system start signal can also be given by the fire detection system (FDS) via the external panel.

NOTE! Service area requirement
 Reserve free space around the unit: at least 500 mm on both sides of the motors and at least 700 mm in front of the starter cabinet doors. This area needs to be kept available for service and maintenance work.





2316 So. 24th Street
 Omaha, NE 68108
 800.550.1AFP (1237) toll free
 402.733.2800 voice
 402.344.7469 fax
 www.associatedfire.net
 E-mail: info@associatedfire.net

Su caudal máximo es de 487 l/s. Teniendo en cuenta que un nebulizador

puede tener un consumo orientativo de 33,78 l/s, el máximo número de nebulizadores en funcionamiento simultáneo será de **14**. Cuyo consumo eléctrico se publicita como **77,5 kW**.

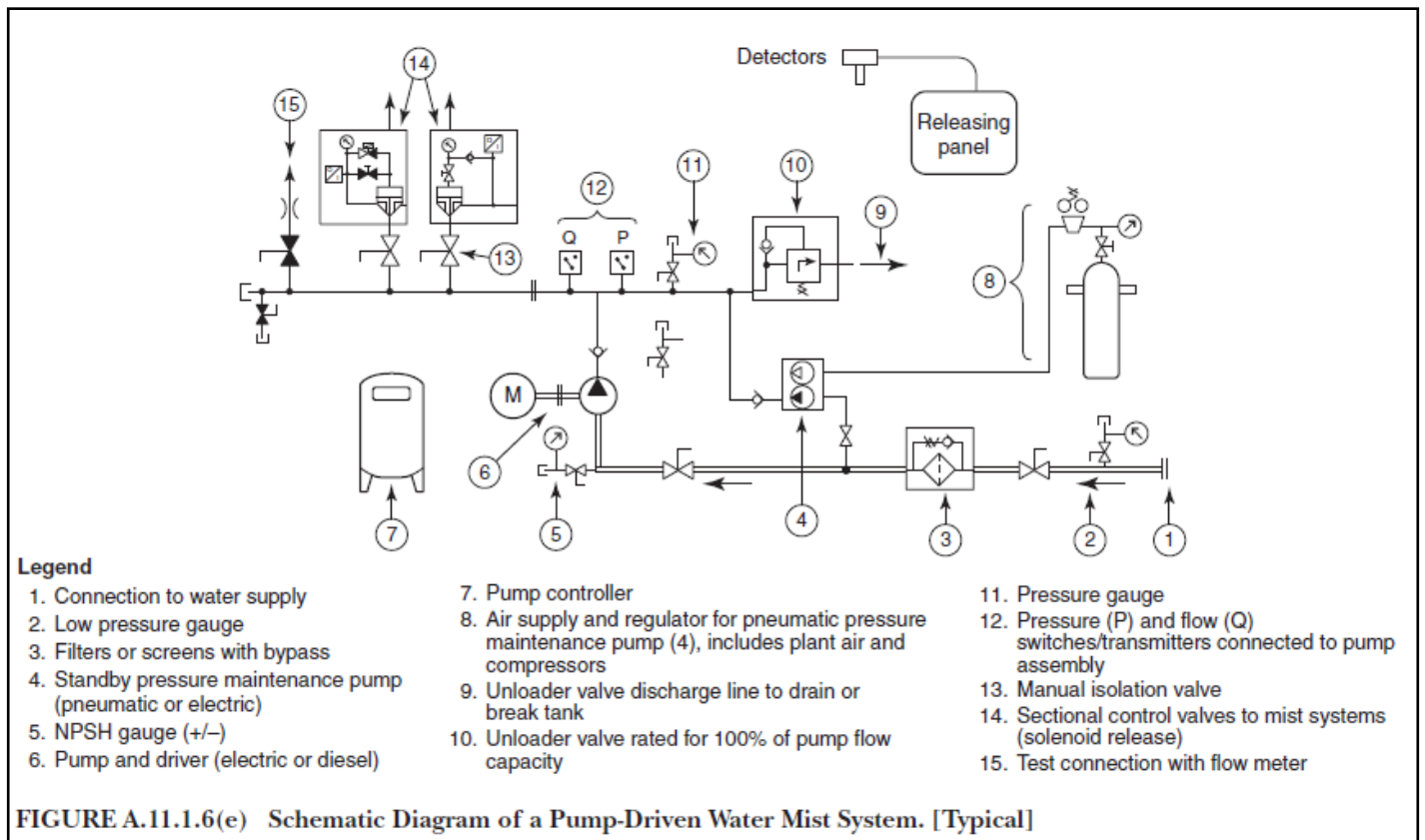
Table A.4.2.3.1 Clearance from Water Mist Equipment Live Uninsulated Electrical Components¹

Nominal System Voltage (kV)	Maximum System Voltage (kV)	Design BIL ² (kV)	Minimum Clearance ¹	
			mm	in.
To 13.8	14.5	110	178	7
23	24.3	150	254	10
34.5	36.5	200	330	13
46	48.5	250	432	17
69	72.5	350	635	25
115	121	550	1067	42
138	145	650	1270	50
161	169	750	1473	58
230	242	900	1930	76
		1050	2134	84
345	362	1050	2134	84
		1300	2642	104
500	550	1500	3150	124
		1800	3658	144
765	800	2050	4242	167

¹ For voltages up to 161 kV, the clearances are taken from NFPA 70, *National Electrical Code*[®]. For voltages 230 kV and above, the clearances are taken from Table 124 of ANSI C2, *National Electrical Safety Code*.

² BIL values are expressed as kilovolts (kV), the number being the crest value of the full wave impulse test that the electrical equipment is designed to withstand. For BIL values that are not listed in the table, clearances can be found by interpolation.

La NFPA ilustra un circuito típico de agua nebulizada con sus elementos:



Alarmas y control:

Habrán detectores térmicos y ópticos de humo en todos los camarotes y espacios, así como en escaleras y vías de evacuación, que constituirán un sistema fijo de detección contraincendios. Serán direccionables por el sistema.

Están alarmas estarán integradas en un sistema de control y supervisión en cámara de maquinas y puentes. En el caso de cámara de maquinas, este puesto de control estará separado con medios estancos al humo. Este puesto de control contará con monitores que muestren una imagen a color de cada motor.

Habrán alarmas de accionamiento manual dispuestas en los lugares de tránsito y de riesgo particular. Su correcto funcionamiento será periódicamente revisado y el diseño aprobado por DNC, nuestra IACS de aplicación. El Reglamento de DNV, parte 6 capítulo 4 sección 3 D, establece que los detectores de llamas infrarrojos (no se permiten los ultravioletas) instalados en cámara de maquinas cubrirán a lo sumo dos motores, y la señal de alarma no tendrá un retraso superior a los cinco

segundos. Los detectores de humos en talleres tendrán un reset automático de 20 minutos.

Adicionalmente, se identificarán y comprobarán periódicamente con infrarrojos todas aquellas superficies y tuberías a temperaturas mayores de 220º. No se permitirán temperaturas superiores, aislando con materiales no combustibles aquellas excesivas.

Existirá un ventilador reversible en los espacios de maquinas, capaz de limpiar el aire de humo tras un incendio con la potencia del circuito de emergencia. Adicionalmente el circuito de ventilación contará con sus debidos cortafuegos (Reglamento de DNV, parte 6 capítulo 4 sección 3 A202)

Equipos de bombero:

Habrà dos pañoles de bombero que contengan, de forma duplicada, los accesorios necesarios para los sistemas exigidos en la clasificación de FiFi I, así como todos aquellos EPIS, herramientas y elementos necesarios para realizar una operación de extinción.

Objetos estibados en el pañol:

- 4 trajes y equipo de bombero, que constara de: la indumentaria protectora, botas de material dieléctrico, casco, linterna, hacha de bombero, aparato de respiración autónoma para 30 minutos y un cable de seguridad.
- 8 mangueras de 15 metros y 50mm de diámetro para uso con los racores de los manifold.
- 8 boquillas para chorro y cortina protectora de 16 mm
- Compresor o toma de aire que pueda reponer los equipos de respiración autónoma, con capacidad para 75 litros/minuto.
- Equipo de comunicación remota
- Botellas de aire adicionales de 10 litros a 200 bar

Extintores:

Se dispondrán extintores de acuerdo a las reglas expuestas en el SOLAS, esto es, al menos un extintor portátil en todo espacio de alojamiento o

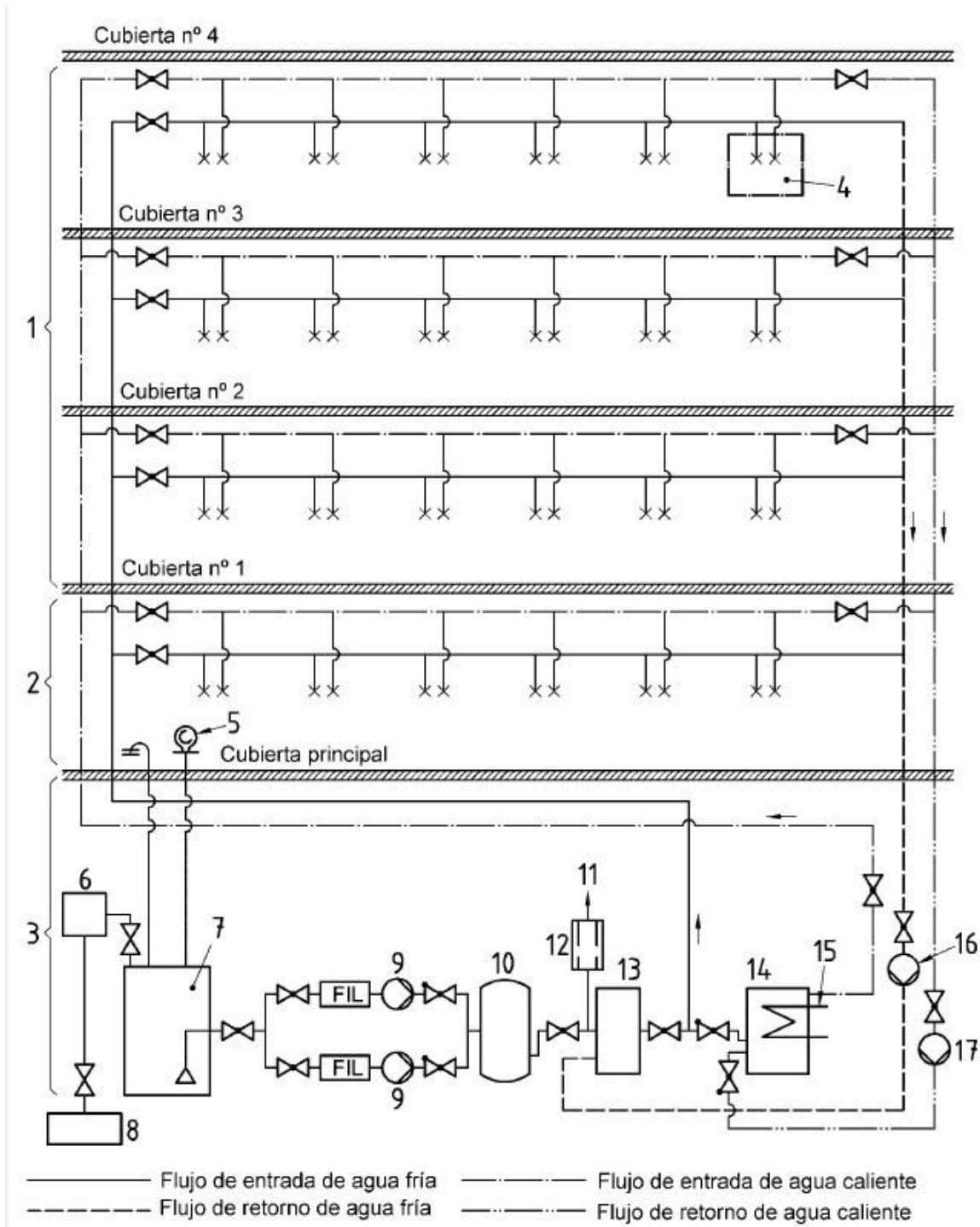
servicio estibado de forma accesible y segura frente al movimiento del buque cerca del acceso. Estos extintores no serán de anhídrido carbónico en los alojamientos, ni de material que pueda dañar un equipo electrónico/eléctrico caso de haberlo en el recinto. Por ello se optará por disponer de extintores portátiles de 12 kg de polvo seco de acuerdo al reglamento de DNV, parte 6 capítulo 4 sección 2 C101, para incendios ABC compatibles con fuego eléctrico en cada uno de los camarotes y zonas comunes, así como en puente y en cocina. En el local de los pods y de las hélices de proa habrá al menos dos extintores. En cámara de máquinas se dispondrán de forma que no haya que recorrer más de diez metros para llegar a uno desde cualquier punto, como se dispone en el párrafo 5.2.2.2 del capítulo dedicado a C.I. del SOLAS. Mínimo serán 4 en el nivel más inferior y 4 en el nivel del motor principal. En caso de varios motores, esta regla puede cumplirse conjuntamente. Se requerirá uno por cada motor auxiliar. Adicionalmente, se considerará instalar un extintor lanza espuma portátil con ruedas de 25 kg en el nivel más bajo. En el buque existirán medios para reponer la carga de estos extintores, o extintores adicionales, al menos 100% de la carga de los diez primeros extintores y 50% del resto.

12.3 Agua Dulce, generación y conducción:

En primer lugar, debe aclararse que este apartado trata del sistema de A.D. para consumo propio tanto de los tripulantes como de las aplicaciones a bordo. No contempla el transvase ni el almacenamiento del A.D. destinada a suministro de las plataformas, dado que esta corresponde a una norma diferente a las UNE-EN-ISO-15748.

Se seguirán las pautas marcadas por dicha norma.

La norma ejemplifica un circuito típico en donde se representan todos los elementos esenciales:



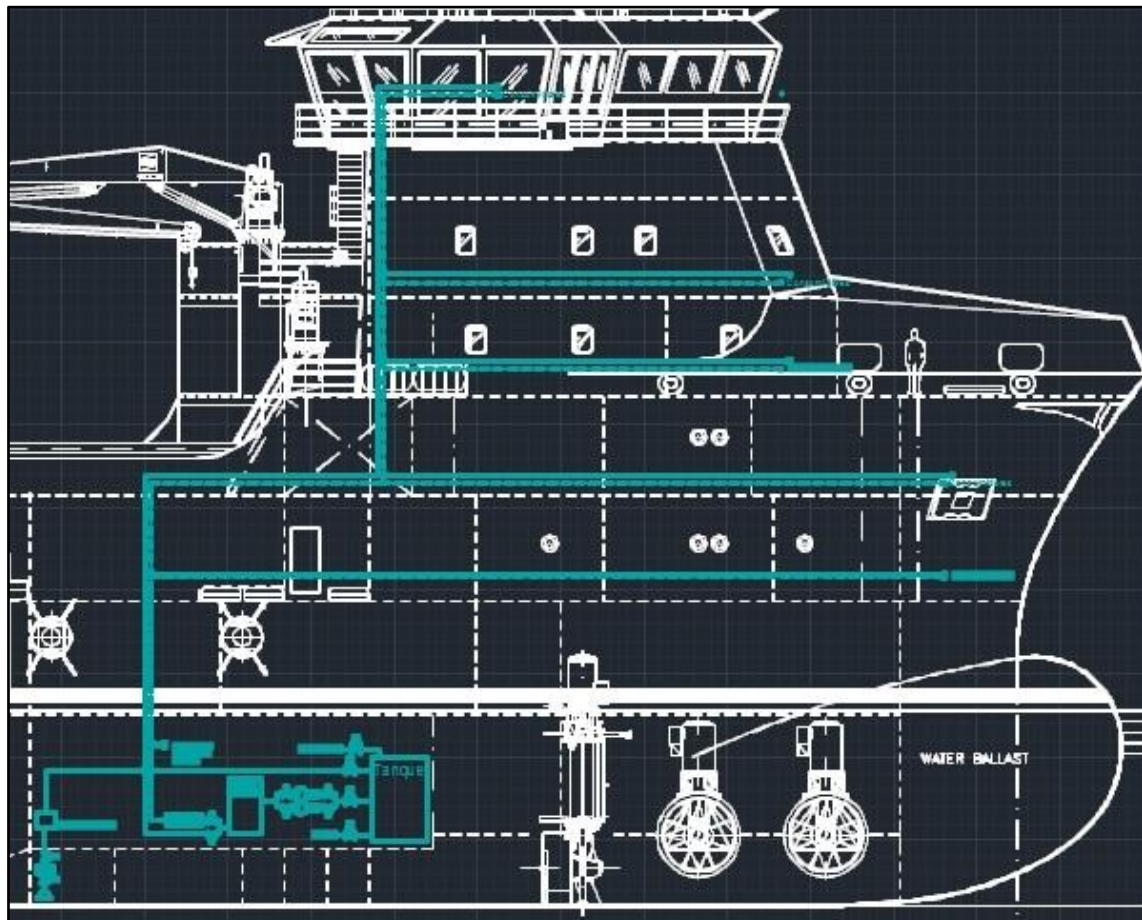
Leyenda

- | | |
|--|--|
| 1 Área habitable con duchas/WC | 9 Bomba de suministro de agua potable |
| 2 Área de servicios de abastecimiento | 10 Tanque de presión |
| 3 Sala de máquinas | 11 Carga técnica |
| 4 Ducha/WC | 12 Desconector de tubería |
| 5 Conexión de alimentación a los tanques de agua potable (véase la Norma ISO 5620-1) | 13 Esterilización |
| 6 Generador de agua potable | 14 Calentador de agua |
| 7 Tanque de agua potable | 15 Elemento calentador |
| 8 Caja de mar | 16 Bomba de circulación de agua fría |
| | 17 Bomba de circulación de agua caliente |

Fig. 1 – Ejemplo de un sistema de suministro de agua potable en un buque con cuatro cubiertas en la superestructura

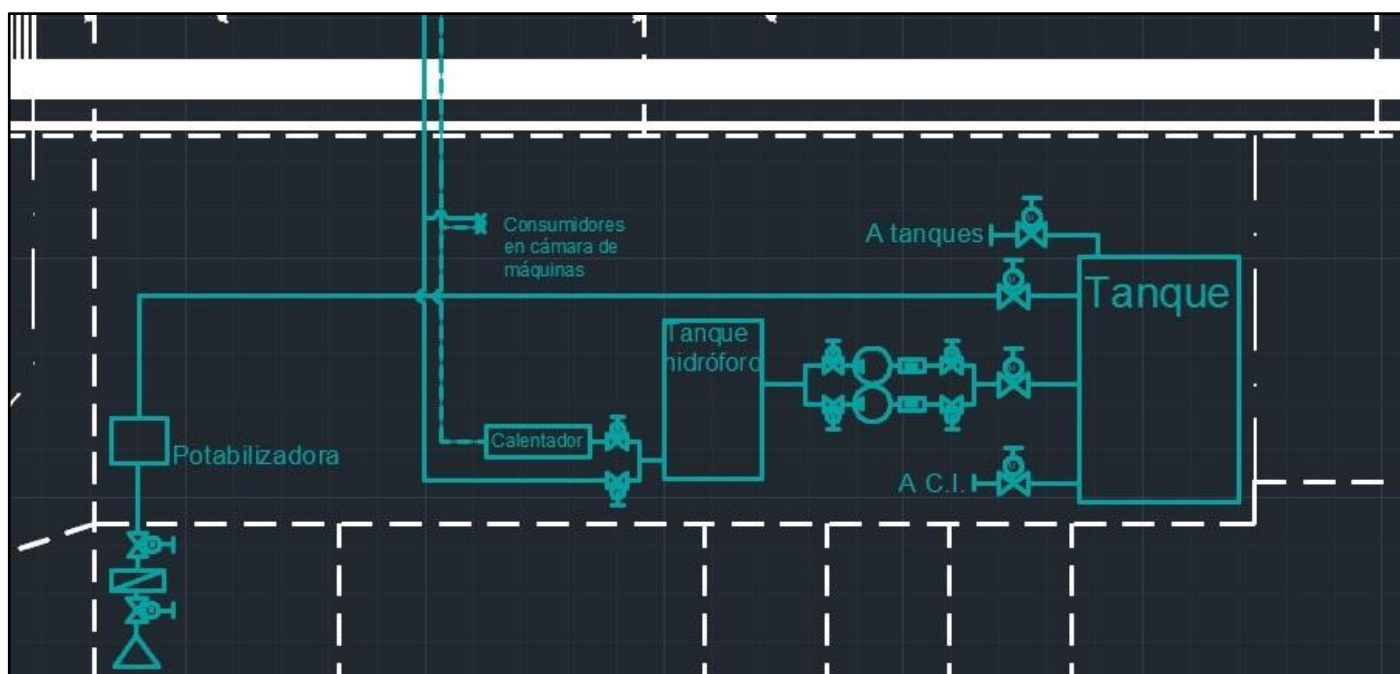
Donde se observan todos los componentes esenciales: Un elemento potabilizador de agua marina para proveer durante la travesía, toma de mar, conexiones a tanques y reservas, una o más bombas que impulsen el agua, un tanque de presión que mantenga una presión de servicio sin necesidad de arrancar la bomba a intervalos bruscos, un calentador y conducción de dos ramales (fría y caliente) para cada cubierta consumidora.

Representación esquemática

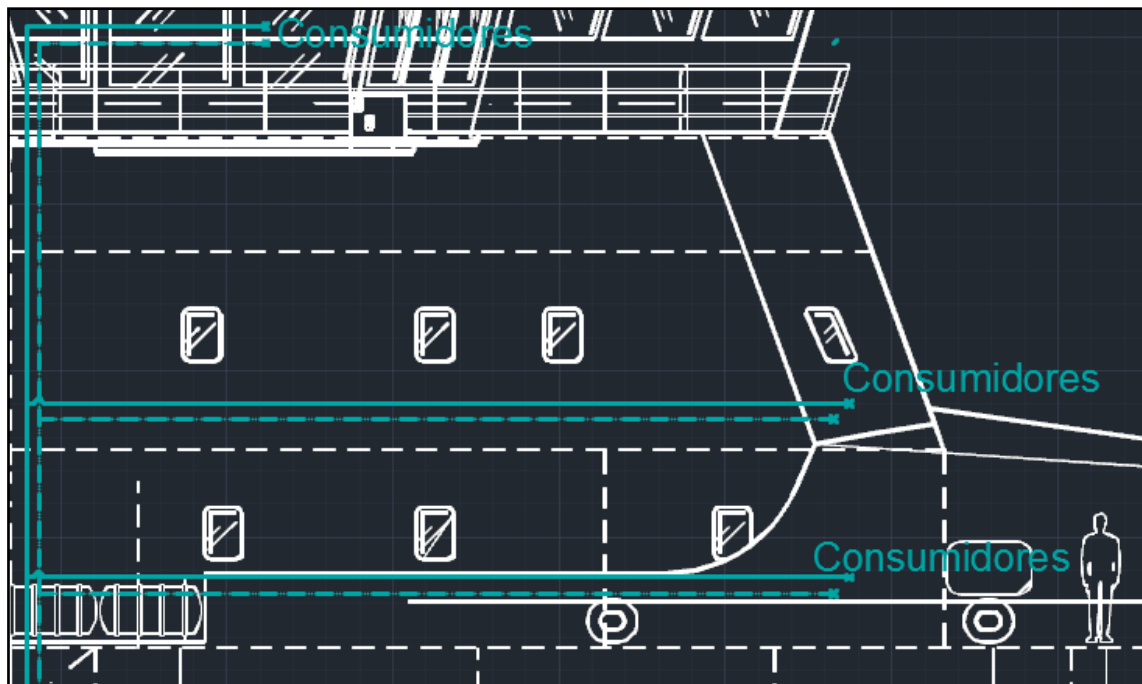


La longitud estimada de las tuberías será

Colector en cámara de máquinas	13,63m
Ramal Cubierta 1	27,5 m
Colector de Cub.1 a Cub. A.	3 m
Ramal Cubierta A	24,7m
Colector de Cub. A a Cub. B	3 m
Ramal Cubierta B	37m
Colector de Cub. B a Cub. C	3 m
Ramal Cubierta C	37m
Colector de Cub. C a Puente	8,5 m



Detalle del sistema en cámara de maquinas, nótese el nivel de las salidas en el tanque para el servicio C.I. de agua nebulizada y el agua corriente.



Detalle de los ramales en cubierta.

Lo primero a determinar es el volumen de agua necesario.

Tal y como se ha planteado en el cuaderno 1, para 62 días de autonomía tenemos una reserva de **651 m³** de agua dulce en tanques, que podrán ser repuestos gracias a la potabilizadora.

Según la tabla proporcionada por la norma, se determina un consumo de 220 litros por persona y día. Nuestra tripulación es de 30 personas, con lo que equivaldría a un caudal constante de $30 \cdot 220 \cdot 1/24 = 275$ litros por hora.

Tras consultar ofertas disponibles, hayamos apropiado el modelo Efficient Compact A-300 de Eco-Sistems.

Descripción

Las EFFICIENT COMPACT A-300 220/380V son desalinizadoras de la nueva serie EFFICIENT de Eco-systems Watermakers, con un sistema revolucionario de recuperación de energía, único en su género a nivel mundial, presentando un muy bajo consumo eléctrico, con menores vibraciones y más silenciosas que sus competidoras.

Ofrecen una producción efectiva de 300 litros por hora.

Su estructura COMPACT agrupa las membranas, la bomba de alta presión y los controles en un solo bloque por lo que el montaje en la embarcación se simplifica al no ser necesario conectar las membranas con la bomba etc.



Presentan el conjunto de las características propias de la serie EFFICIENT y se ofrecen en tres versiones de alimentación eléctrica: 220V AC monofásica, 220V AC trifásica y 380V AC trifásica con neutro.

Opcionalmente, pueden equiparse con un Panel de Control Remoto digital que suele instalarse en el puesto de mando de la embarcación.

Especificaciones Eléctricas

Modelo	Unidad Alimentación/ lavado	Bomba alta presión Variador de frecuencia	Total Amperios Consumo	Amperios Limitador
Efficient A-300 M monofásico 220V	1,5 A	6 A	7,5 A	15 A
Efficient A-300 T trifásico 220V	1,5 A	4.3 A	5,8 A	10 A
Efficient A-300 TN trifásico 380V	1,5 A	2,5 A	4 A	8 A
Circuitos control, válvula, sensores. Idéntico en los tres modelos. 12V DC			1,5 A	2 A

- Motor de 1,5Kw en bomba de alta presión
- Motor de 0,38 Kw en bomba de alimentación
- Consumo medio por litro: 4,5 w *

(*) Los consumos son estimados y pueden tener ligeras variaciones en función de la temperatura del agua, salinidad y condiciones de instalación del sistema.

Otras Especificaciones

- Presión mínima de entrada a la bomba de alimentación +0,05 bar
- Presión de salida de la bomba de alimentación 1 – 2 bar
- Presión de salida de la bomba de alta presión 45 – 60 bar
- Caudal de entrada (Feed Flow): 1200 litros /hora
- Producción media efectiva: 300 litros / hora (+/- 10%)
- Conversión: 25 %
- Ratio rechazo/permeado : 3: 1
- Tipo de Membrana: FR-80-25/40-HF (este sistema incorpora 4 membranas)

Para evitar vibraciones y ruidos, la norma establece la velocidad en tubería en los diferentes espacios. En espacios de maquinas es de **2,5 m/s**, y en espacios de alojamiento será de **1,4 m/s**.

Para determinar el caudal de cálculo ordinario y el de consumo puntual, así como la presión necesaria tanto de agua caliente como de agua fría. Analizaremos el consumo para las diferentes cubiertas.

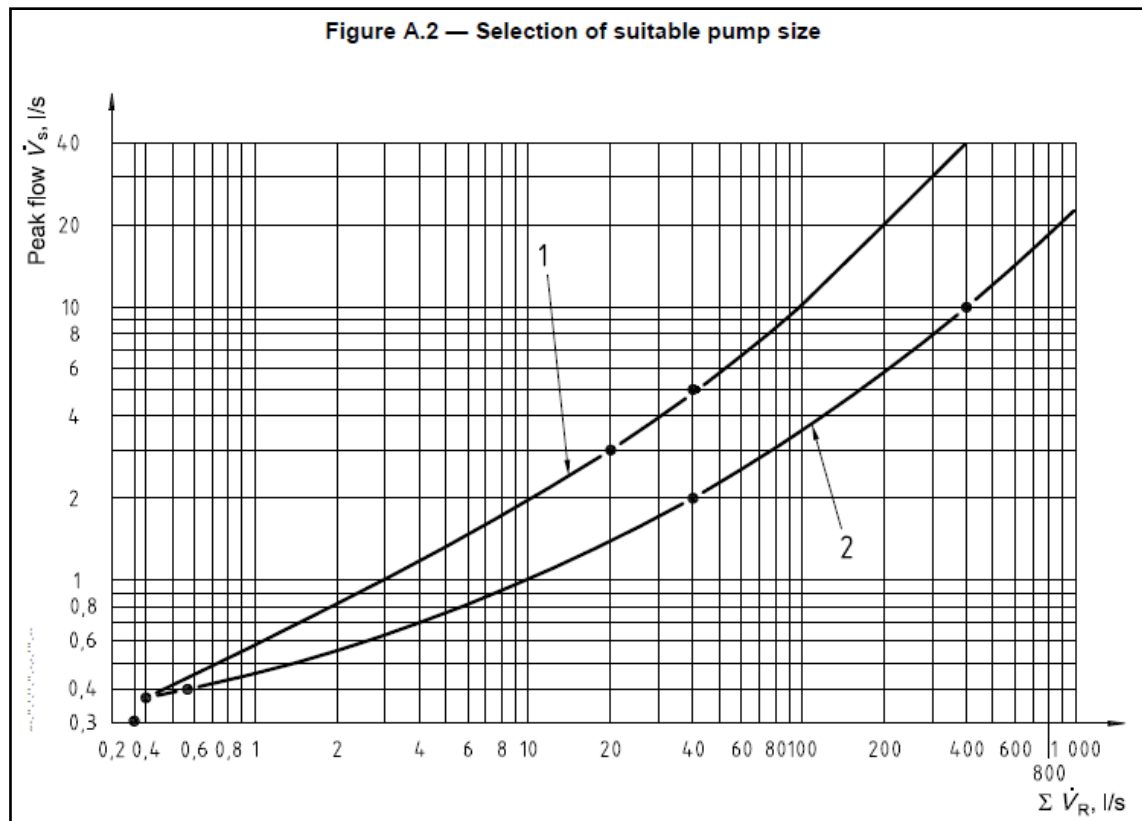
C.Maquinas	Elementos	P(bar)	QFI/s	QCI/s	QT
Piletas	1	1	0,07	0,07	0,14
Fregadero	1	1	0,07	0,07	0,14
Toma	2	1	0,15		0,3
					0,58

Cubierta 1	Elementos	P(bar)	QFI/s	QCI/s	QT
Lavadora	1	1		0,25	0,25
Piletas	9	1	0,07	0,07	1,26
WC	4	1,2	1		4
ducha	3	1	0,15	0,15	0,9
Toma	1	1	0,15		0,15
					6,56
Cubierta A	Elementos	P(bar)	QFI/s	QCI/s	QT
Fregadero	2	1	0,07	0,07	0,28
Piletas	2	1	0,07	0,07	0,28
Toma	1	1	0,15		0,15
					0,71
Cubierta B	Elementos	P(bar)	QFI/s	QCI/s	QT
Duchas	10	1	0,07	0,07	1,4
Piletas	10	1	0,07	0,07	1,4
WC	10	1,2	1		10
					12,8
Cubierta C	Elementos	P(bar)	QFI/s	QCI/s	QT
Duchas	10	1	0,07	0,07	1,4
Piletas	10	1	0,07	0,07	1,4
WC	10	1,2	1		10
					12,8
Puente	Elementos	P(bar)	QFI/s	QCI/s	QT
Piletas	1	1	0,07	0,07	0,14
WC	1	1,2	1		1
					1,14
P máxima		1,2		QT(l/s)	34,6

Donde podemos observar que la presión máxima requerida será de 1,2 bares a la altura del puente.

Ahora procederemos a analizar el dimensionamiento de cada uno de los ramales. Comenzando por el colector desde el hidróforo hasta la cubierta 1.

El caudal total, Q_T es el de todo el servicio con 34,6 l/s. Debemos tener en cuenta que esto es solo un caudal promedio. Puntualmente, pueden darse consumos como la mitad de las duchas al mismo tiempo. Para determinar el caudal puntual al que debemos poder dar servicio, usaremos la tabla suministrada por la norma.

**Key**

- 1 Passenger ship
- 2 Cargo ship

Para un caudal de 34,6 l/s, corresponderá un Q' puntual de 1,9 l/s. Dado que este ramal pasa por cámara de maquinas, no tendremos particular problema de confort y podremos definir una velocidad en la tubería de 2,5 m/s. Con el Q' y la velocidad, podemos definir el diámetro de la tubería usando esta tabla:

Table A.11 — Peak flows, nominal widths, pressure differentials for copper and stainless steel pipelines

Peak flow V_s l/s	Flow rate v m/s							
	1		1,4		2		2,5	
	Nominal width DN	Pressure differential R mbar/m	Nominal width DN	Pressure differential R mbar/m	Nominal width DN	Pressure differential R mbar/m	Nominal width DN	Pressure differential R mbar/m
0,2	15	20,0	12	50	10	125	10	220
0,3	20	14,0	15	36	12	95	12	170
0,45	25	11,0	20	27	15	70	15	130
0,7	32	8,0	25	20	20	52	20	95
1,0	40	6,0	32	15	25	40	25	75
1,5	40/50	4,8	40	11,5	32	30	32	55
2,25	50	3,5	50	8,6	40	23	32	42
3,5	65	2,6	65	6,5	50	16,5	40	30
5,25	80	1,9	65	4,7	65	12	50	23
8,0	100	1,5	80	3,7	65	9,5	65	17

NOTE The pressure differentials mentioned include losses occurring at elbows, branchings, valves, etc. Pressure differentials due to pipe friction are only very small over a temperature range of up to 60 °C; this alteration of the pressure differential is negligible.

Con lo que el colector de la maquina será de DN 32 con aproximadamente 48 mbar/m en perdidas incluyendo elementos.

Teniendo en cuenta de que tendremos que vencer una altura que vencer de 5,5 m, consumidores que requieren 1 bar y pérdidas por valor de 6,54 m.c.a. la presión necesaria será de 22 m.c.a. aproximadamente.

Ramal 1

Maquinas a C.1

L(m)	13,63
ΔH (m)	5,5
V(m/s)	2,4
QT (l/s)	34,6
Q'(l/s)	1,9
DN(mm)	50
Perd.(mca/m)	0,48
Perdidas(mca)	6,5424
Pmin(mca)	10
P1(mca)	22,0424

Seguiremos este procedimiento para todos los ramales, descontando caudal de los ramales a medida que lo vayamos distribuyendo:

Ramal 2**Distribución C.1**

L(m)	27,5
$\Delta H(m)$	5,5
V(m/s)	1,4
QT(l/s)	6,56
Qpunta(l/s)	0,85
DN(mm)	25
Perd.(mca/m)	0,17
Perdidas(mca)	11,2174
Pmin(mca)	12
P2(mca)	28,7174

Ramal 3**C.1 a C.A.**

L(m)	3
$\Delta H(m)$	8,5
V(m/s)	1,4
QT(l/s)	27,46
Qpunta(l/s)	1,7
DN(mm)	40
Perd.(mca/m)	0,1075
Perdidas(mca)	6,8649
Pmin(mca)	12
P3(mca)	27,3649

Ramal 4**C.A.**

L(m)	24,7
$\Delta H(m)$	8,5
V(m/s)	1,4
QT(l/s)	0,71
Qpunta(l/s)	0,42
DN(mm)	20
Perd.(mca/m)	0,27
Perdidas(mca)	13,5339
Pmin(mca)	10
P4(mca)	32,0339

Ramal 5**C.A a C.B.**

L(m)	3
$\Delta H(m)$	11,5
V(m/s)	1,4
QT(l/s)	26,85
Qpunta(l/s)	1,6
DN(mm)	40
Perd.(mca/m)	0,1111
Perdidas(mca)	7,1982
Pmin(mca)	12
P5(mca)	30,6982

Ramal 6**C.B.**

L(m)	37
$\Delta H(m)$	11,5
V(m/s)	1,4
QT(l/s)	12,8
Qpunta(l/s)	1,1
DN(mm)	32
Perd.(mca/m)	0,143
Perdidas(mca)	12,4892
Pmin(mca)	12
P6(mca)	35,9892

Ramal 7**C.B a C.C.**

L(m)	3
$\Delta H(m)$	14,5
V(m/s)	1,4
QT(l/s)	14,05
Qpunta(l/s)	1,25
DN(mm)	40
Perd.(mca/m)	0,1325
Perdidas(mca)	7,5957
Pmin(mca)	12
P7(mca)	34,0957

Ramal 8	
C.C	
L(m)	37
$\Delta H(m)$	14,5
V(m/s)	1,4
QT(l/s)	12,8
Qpunta(l/s)	1,1
DN(mm)	32
Perd.(mca/m)	0,143
Perdidas(mca)	12,8867
Pmin(mca)	12
P8(mca)	39,3867

Ramal 9	
C.C. a Puente	
L(m)	8,5
$\Delta H(m)$	20,5
V(m/s)	1,4
QT(l/s)	1,25
Qpunta(l/s)	0,475
DN(mm)	20
Perd.(mca/m)	0,27
Perdidas(mca)	9,8907
Pmin(mca)	12
P7(mca)	42,3907

Donde podemos observar que necesitaremos 4,24 bares para dar servicio a nuestro consumidor más exigente.

Por lo tanto, los parámetros para elegir nuestra bomba son una presión de 4,368 bares y caudal de 1,9 l/s.

Para una bomba de esta magnitud, existe una gran variedad de posibles suministradores. Podremos predecir la potencia absorbida con facilidad:

$$P(W) = \frac{Q(m^3/s) \cdot \rho gh}{\eta}$$

$$P(W) = \frac{0,019 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1025 \text{ kg/m}^3 \cdot g \cdot 42,39 \text{ m. c. a.}}{0,75} =$$

$$10.794,3 \text{ W}$$

Dada la amplia oferta de bombas y motores, es razonable pensar que se podrá adquirir una de al menos un 0,75 de rendimiento.

La norma también establece diámetros nominales para colectores y aspiración en función del caudal:

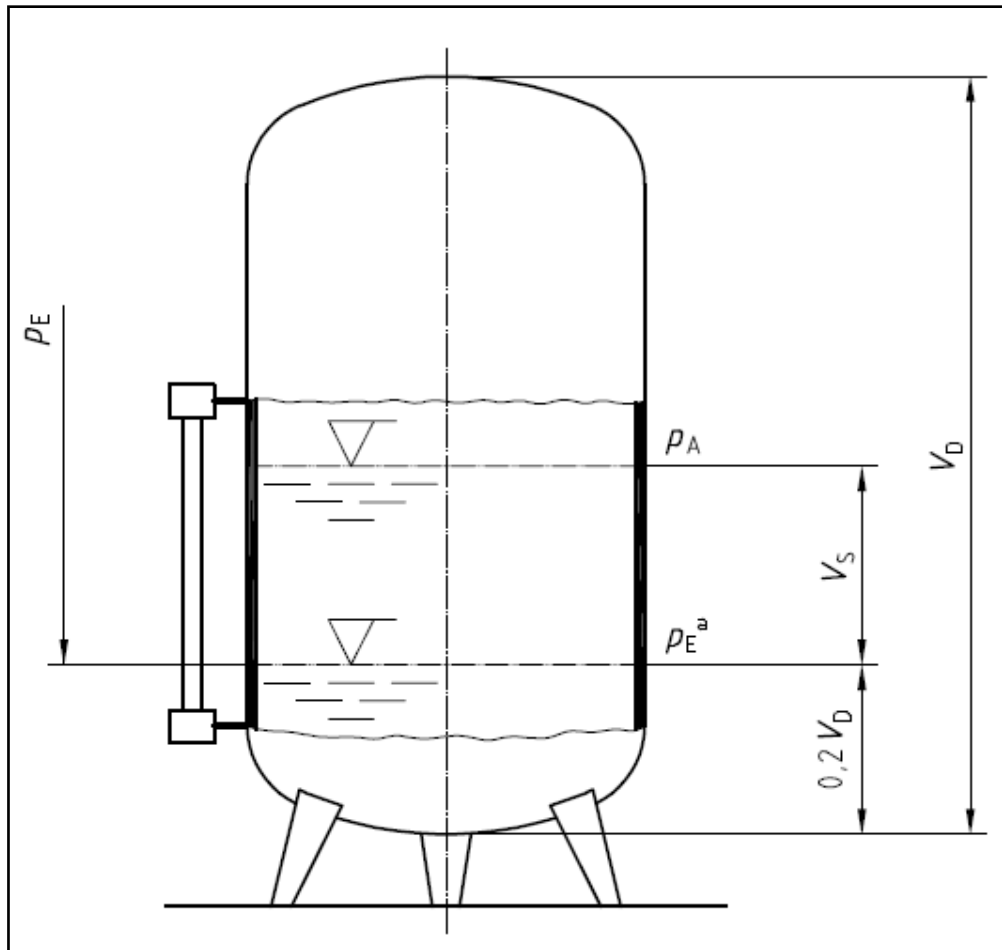
Table A.4 — Pump suction lines, nominal widths and maximum pipe lengths

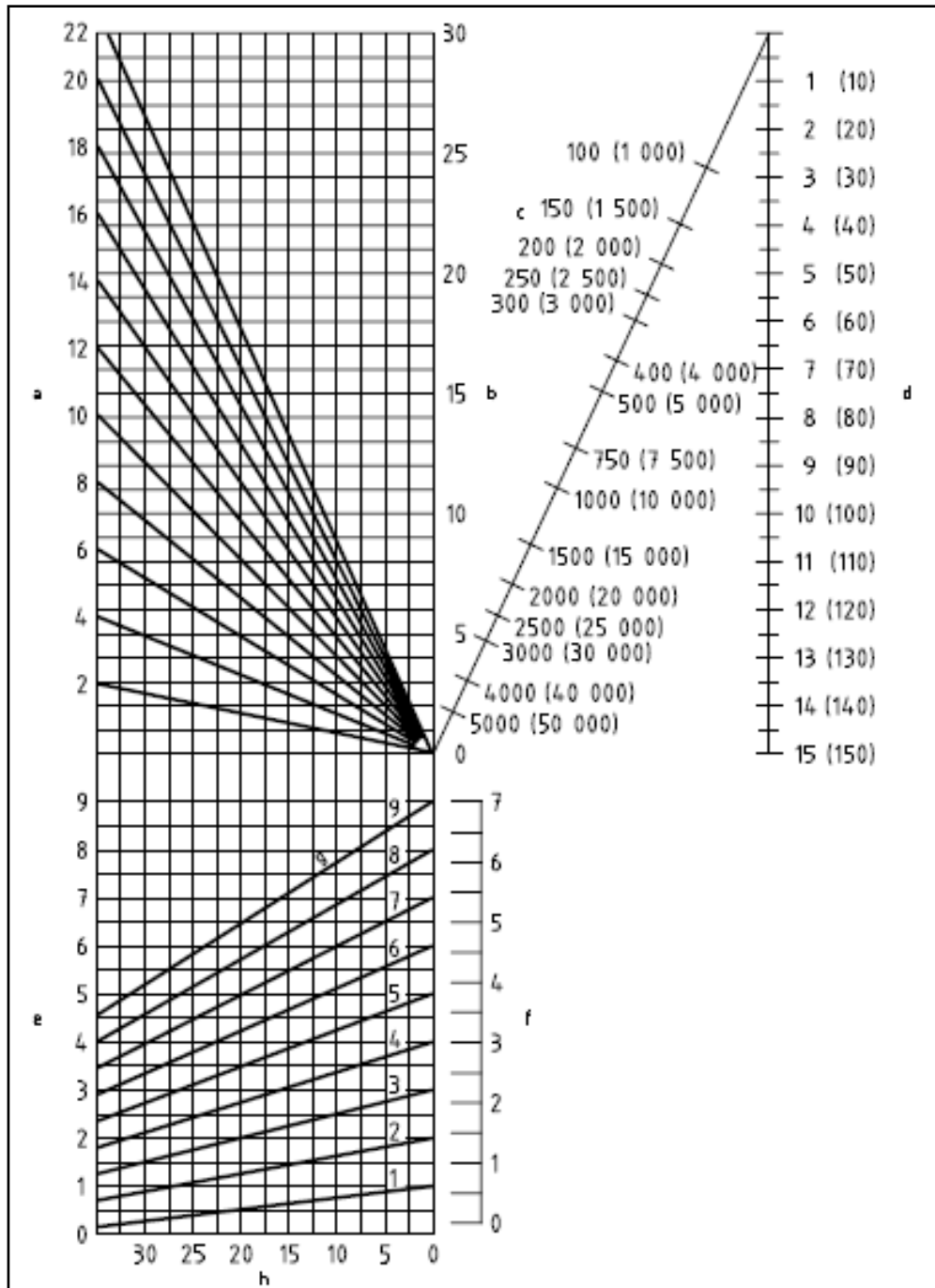
Pump delivery flow	l/s	0,5	0,67	0,83	1,0	1,2	1,3	1,5	1,8	2,1	2,8	4,2	5,5	7,0	8,3
	m ³ /h	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,6	7,5	10	15	20	25	30
Nominal width	DN	25		32		40		50		65		80		100	
Suction lift	m	Length of pipe line (m)													
0		120	80	105	80	210	140	280	210	140	120	130	100	120	105
1		100	70	90	70	180	120	240	180	120	100	110	85	95	90
2		85	55	75	55	150	100	200	150	100	85	90	70	75	70
3		70	45	60	45	120	80	160	120	80	75	70	60	55	45

Table A.5 — Pump pressure lines, nominal widths

Pump delivery flow	l/s m ³ /h	0,5	0,67	0,83	1,0	1,2	1,3	1,5	1,8	2,1	2,8	4,2	5,5	7,0	8,3
		1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,6	7,5	10	15	20	25	30
Nominal DN width		20		25		32		40		50		65		80	

La norma también indica el procedimiento que se ha de seguir para dimensionar el tanque hidróforo.





a Switching frequency per h S

b $\frac{\text{Pump delivery flow}}{\text{Reservoir volume}} \times \frac{\dot{V}_p}{V_D} \times \frac{\text{m}^3}{\text{h} - \text{m}^3}$

c Reservoir volume V_D l

d Pump delivery flow $\dot{V}_p = \dot{V}_{p\min}$ in m^3/h

e Cut-in pressure p_E of the pump in bar

f Pre-pressure p_v in bar; for compressed air in the water reservoir

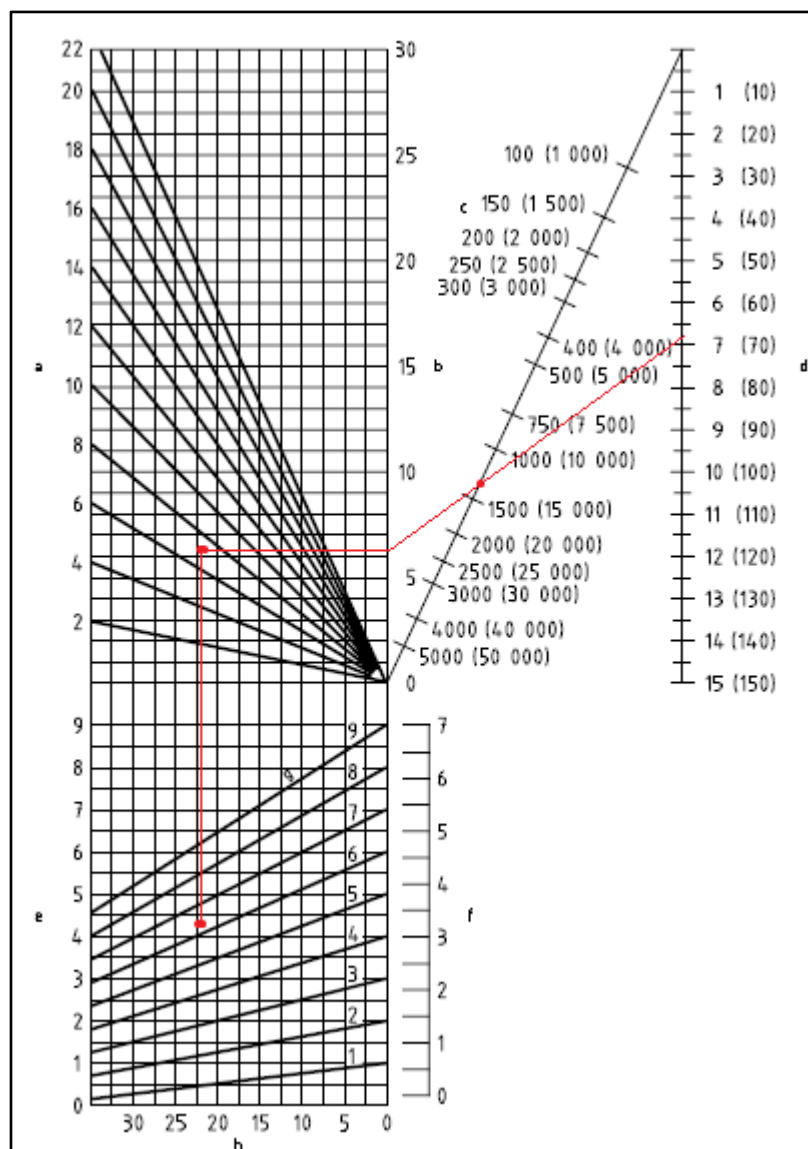
g Cut-out pressure p_A in bar

h Usable volume of water reservoir V_{eff} in %

$$V_{\text{eff}} = \frac{V_s}{V_D} \times 100$$

Con P_a y P_e la presión a la que la bomba se detiene y la mínima a la que arranca, respectivamente. P_v la presión del aire comprimido. V_p el caudal del hidróforo, S los arranques de la bomba por hora.

La presión de arranque será un 10% por encima de la máxima que necesita el circuito, con $P_e = 4,37$ bares. Según se indica, P_a será 2 bares superior, 6,37 bares. El número de arranques por hora típico estará entre 6 y 8 de forma típica como sugiere la norma, y no se recomienda exceder de 12. Por tanto, dimensionaremos el hidróforo asumiendo 7. El caudal punta a usar en m^3/h es de 6,84.



Usando el gráfico, determinamos que la presión del aire rondará los 3,7 bares. El término V_p/V_d será de 6,2.

Nuestro volumen de reserva queda por tanto en 1400 litros.

El calentador de agua, en caso de no ser un buque de pasaje, deberá poder calentar la demanda de caudal punta caliente en dos horas. Según la tabla A.6, para 30 personas nuestro calentador deberá ser:

Volumen	1000 litros
Potencia	20 kW
Tiempo de 10 a 65 °C	192 min
Producción a 40 °C en 1 h	1960 litros
Producción a 40 °C en 2 h	2450 litros
Potencia adicional	10 kW

O

Volumen	650 litros
Potencia	40 kW
Tiempo de 10 a 65 °C	62 min
Producción a 40 °C en 1 h	1940 litros
Producción a 40 °C en 2 h	2920 litros
Potencia adicional	20 kW

Escogeremos la más compacta de 650 litros.

12.4 Tratamiento de aguas residuales:

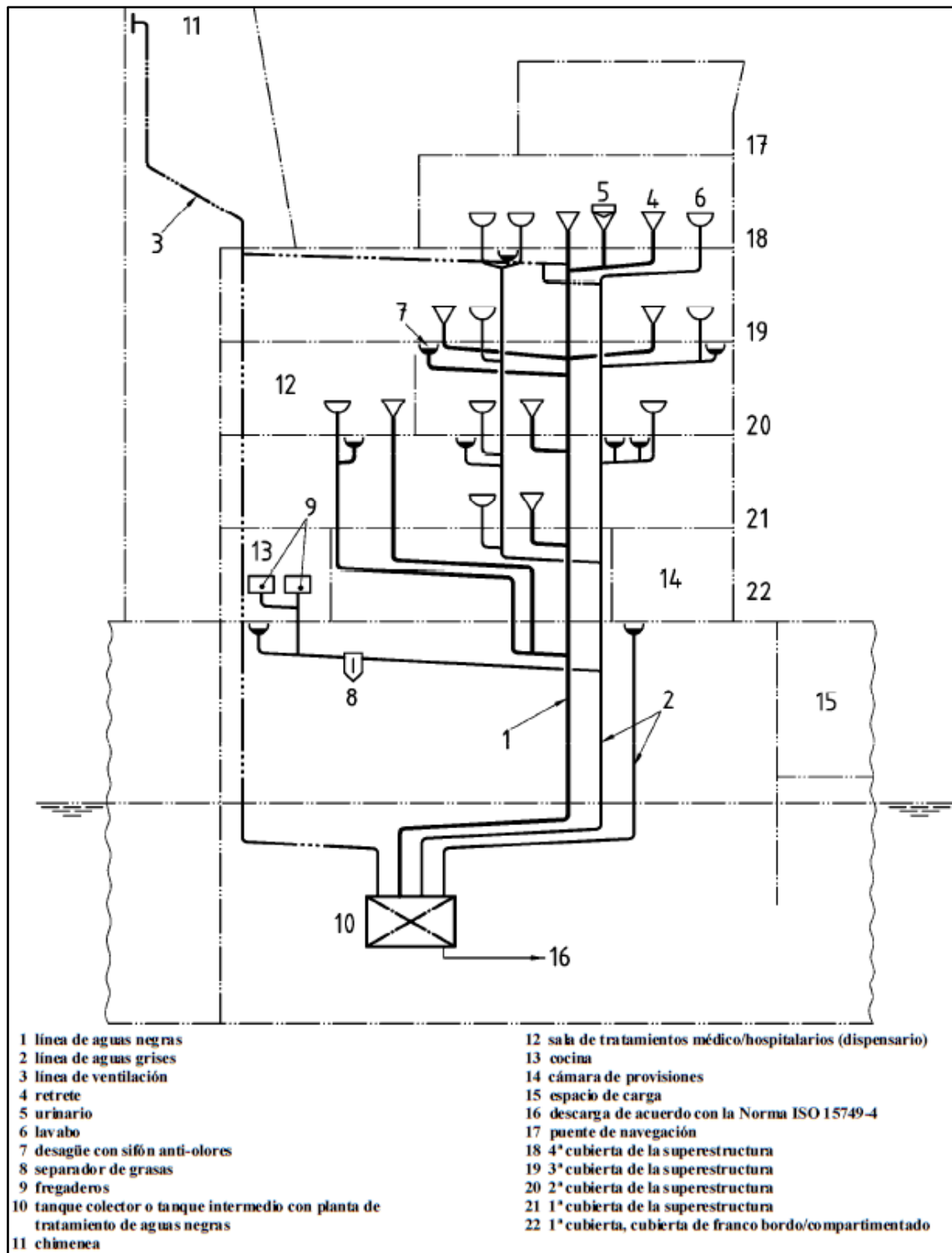
Es imprescindible llevar a bordo un sistema que se haga cargo de las aguas grises y negras generadas por los tripulantes.

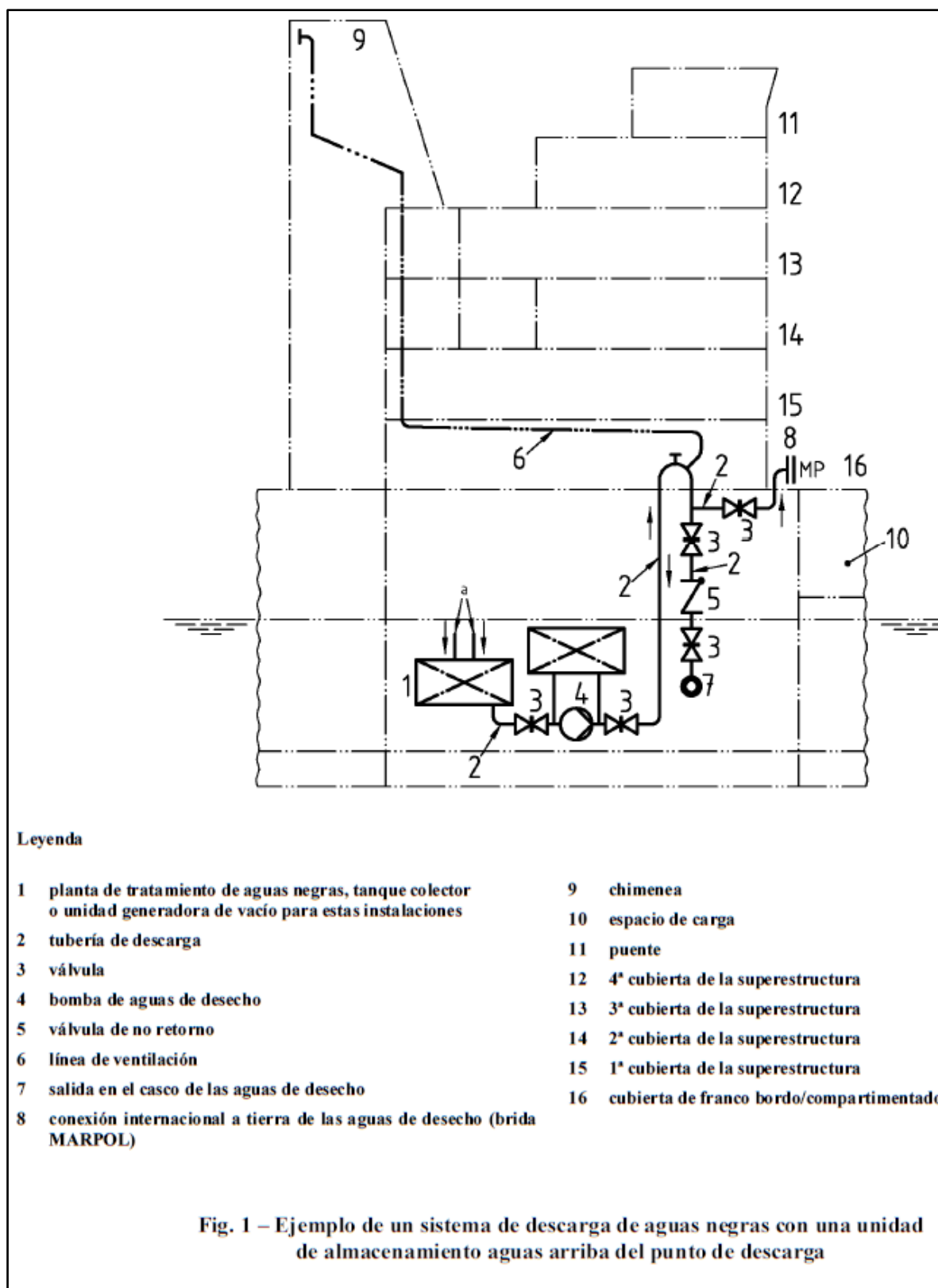
Este sistema se encargará de la recolección y almacenamiento de las aguas residuales, producto de sanitarios, cocina, etc. a través de achiques sanitarios para posterior tratamiento en tanques. No se contempla el achique de las cubiertas de intemperie tratadas en la UNE-EN-ISO 15749-5.

El MARPOL prohíbe la descarga de este tipo de aguas al mar a distancias menores a las 12 millas si no han sido debidamente desinfectadas, y aun así a una velocidad de tránsito suficiente de más de 4 nudos. Podrá descargarse a puerto a través de una conexión normalizada a las

instalaciones de recepción. En las demás circunstancias, el buque deberá contar con tanques que almacenen estos residuos.

Dentro de las diferentes opciones para los sistemas sanitarios del buque, optaremos por un sistema por gravedad, basado en la posición superior de los sanitarios sobre el colector con las adecuadas válvulas antirretorno para compensar los efectos del balance del navío y de la línea de flotación, tal y como se ve en el siguiente esquema extraído de la norma UNE EN ISO 15749-2 y 15749-4. Nótese la pendiente de las conducciones horizontales. Esta ha de ser lo más uniforme posible y tener en cuenta las posibles escoras del buque. Oscilarán entre 1:66,7 a 1:50 para los ramales de retretes y colectores. El resto de ramales derivados estará entre los 1:100 a 1:66,7.





Las normas que usaremos como guía para este sistema serán las UNE EN ISO 15749, descartando la 3 por tratar de sistemas sanitarios por vacío y la 5 por tratar las cubiertas de intemperie.

Dadas las condiciones de larga autonomía de este buque, y que suele navegar en zona de alta mar sin restricciones, no dimensionaremos el sistema para almacenar todas las aguas residuales, sino para un periodo hipotético de diez días en los que puede darse que no pueda vaciar sus tanques.

La norma obliga a separar entre aguas negras y grises, y que este sistema sea exclusivo para estos residuos:

Tabla 1 Clasificación de las aguas de desecho		
Origen		Tipo de aguas de desecho
Achiques sanitarios		
Aseos generales	Bidés, retretes, urinarios	aguas negras
	Desagües ^a	aguas negras o grises
Zonas hospitalarias	Todas las unidades de achique (incluyendo las instalaciones de lavabos y baños, así aguas negras como las descargas de los desagües)	aguas negras
Lavabos y cuartos de baño	Bañeras, duchas, lavabos, lavamanos, desagües ^a	aguas grises o negras
Cocinas, despensas	Fregaderos, lavaderos, desagües, electrodomésticos	aguas grises
Otros espacios	Centrales de aire acondicionado (si hay desagües de agua de condensación sobre cubierta), lavanderías, pasillos, espacios para provisiones refrigeradas, piscinas, jacuzzis	aguas grises
^a Las aguas de desecho procedentes de desagües inmediatamente adyacentes a retretes o urinarios se clasifican como aguas negras (véase el apartado 3.3).		

Y establece la mínima capacidad de almacenamiento.

Tabla 2 Cantidad mínima de agua de desecho				
Tipo de buque	Cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en litros			
	Planta sin vacío		Planta con vacío	
	Aguas negras	Aguas negras y grises	Aguas negras	Aguas negras y grises
Buques de pasaje	70	230	25	185
Buques de alta mar exceptuando los de pasaje	70	180	25	135
Los buques costeros pueden conservar los valores recomendados por las autoridades responsables.				
NOTA – Estos valores son los recomendados. Hay que considerar las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación.				

Nuestra generación de aguas negras será de 70 litros por persona y día, 21000 litros en total por los 30 tripulantes por 10 días. El de aguas grises entonces será de 33000 litros.

En atención a la comodidad de la tripulación, la eliminación de ruido y sobre todo de olores será de gran importancia, y por ello se contará con la instalación de sifones antiolores. Se hará caso a la recomendación de instalar un tanque mezclador y homogeneizador.

Las líneas de achique sanitario descargarán a una planta de tratamiento, para ser almacenadas en un tanque hasta ser expulsadas. Estas líneas estarán adecuadamente preparadas para afrontar la corrosión causada por los desechos, y se dispondrán de forma que no atraviesen zonas de hospital o similarmente esterilizadas, alojamientos o zonas públicas, cocina o gambuzas, zonas refrigeradas a ser posible, ni tanques de agua dulce, combustible o aceite. Podrán ser de acero, hierro dúctil, cuproníquel o PVC. Escogeremos tubos de acero inoxidable similares a los usados en el resto de sistemas por simplicidad, resistencia y facilidad en caso de reparación. Se tendrá particular cuidado en el tratamiento del interior para evitar tendencias a atascos. La línea proveniente de la enfermería estará preparada para desinfectar el agua. La línea proveniente de la cocina estará equipada con un separador de grasas, e irá directamente a la planta de tratamiento. La conexión entre la línea y el desagüe pertinente se hará mediante soldadura, o rosca con sellador de larga duración aprobado.

Suplementariamente, se habrá de considerar los criterios de estanqueidad entre cubiertas y espacios al realizar las tuberías, disponiendo tanques intermedios.

Los tanques colectores tendrán el mismo tratamiento anticorrosión que las tuberías, y tendrán una leve inclinación que favorezca el desagüe. El tanque contará con alarmas de nivel, aberturas de inspección, conexiones para baldeo y ventilación.

La planta de tratamiento de aguas negras deberá cumplir lo acordado con la IMO MEPC.2, y que cifra la concentración máxima admitida en el residuo tras su tratamiento.

A efectos de la norma, todo elemento aguas abajo de la planta de tratamiento no se considera parte del sistema de gravedad.

En ningún punto de las conducciones, tanto de agua como de ventilación, habrá una presión superior a los **0,5 bares**. No se permite el uso de

tuberías de DN70 de acero en las líneas de achique. Los espesores, de acuerdo a los diámetros serán los siguientes:

Tabla 2
Medidas de las tuberías de acero

Diámetro nominal, NB			32	40	50	65	80	100	125	150
Diámetro exterior de la tubería	d	mm	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3
Espesor de las paredes s_{\min}	A	mm	4,5							
	B	mm	6,3		7,1		8		8,8	
	N	mm	2,3		2,6		2,9	3,2	3,6	4

NOTA – Se pueden considerar otros espesores mínimos de las paredes de acuerdo con los requisitos de las sociedades de clasificación.

Para la selección de la serie de espesores de paredes, dependiendo de su situación, véase la tabla 3.

Tabla 3
Serie de espesores de paredes dependiendo de su situación

Situación	Serie de espesores de paredes
Tanques con el mismo producto	A
Tanques con diferente producto ^a	B
Tuberías por debajo de la cubierta de franco bordo o de compartimentado que comuniquen con una descarga al exterior de aguas de desecho con dispositivo de cierre	A
Por encima de la cubierta de franco bordo	N
Espacios de carga	B

^a Permitido sólo con el acuerdo de la sociedad de clasificación.

El tamaño mínimo de las tuberías de aspiración de DN 50. Las salidas de la ventilación estarán ubicadas allí donde no cause inconveniente o molestia al personal.

Tasa de flujo y diámetro nominal para las líneas de conexión y ramales simples de los desagües de los elementos con sifón anti-olores

Nº	Elemento a desaguar		Tasa de flujo l/s ≈	Diámetro nominal, NB
1	Retrete		2,5	100
2	Urinario		0,5	32 a 50
3	Bidé		0,5	32 a 40
4	Bañera		1,0	50
5	Lavabo		0,5	32 ó 40
6	Fregadero		1,0	40 ó 50
7	Piletas, en general		0,9 a 1,2	50
8	Equipo de servicio	Lavaplatos, pequeño equipo de cocina con desagüe	0,3 a 1,2	a
9		Pelapatatas		65, 70 ó 80 ^b
10		Máquina de lavar	1,5	50, 65 ó 70 ^b
11	Desagües (también llamados “desagües de suelo”)		1 a 2	40, 50, 65, 70 ó 100 ^b

^a Para los diámetros nominales de las conexiones, se deben seguir las informaciones de los fabricantes.

^b NB 70 solamente para las tuberías de macho y casquillo y para los buques de guerra.

Tasa de flujo total y diámetros nominales para los ramales colectores

Tasa de flujo total l/s ≈	0,3	0,6	3	6	24
Diámetro nominal NB	32	40	50	65 ó 70 ^a	80

^a NB 70 solamente para las tuberías de macho y casquillo.

Tasa de flujo total y diámetros nominales para las líneas de distribución por gravedad de colectores múltiples

Tasa de flujo total l/s ≈	0,3	0,9	3	9	27	80	135	300	
Diámetro nominal NB	aguas grises	32	40	50	65 ó 70 ^a	80	100	—	—
	aguas negras							125	150

^a NB 70 solamente para las tuberías de macho y casquillo.

Siendo los colectores en ningún momento menores a los ramales que confluyen en ellos.

En el caso particular de los retretes, se usarán estos diámetros:

Tabla 11
Ramales colectores de los retretes

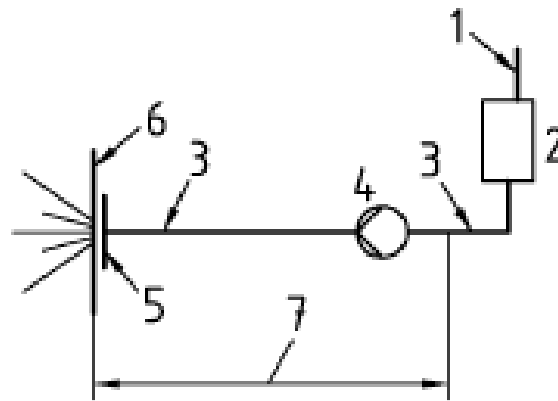
Conexiones de los retretes	Diámetro nominal (NB) del ramal colector		
	Tubería de acero y CuNiFe	Tubería de macho y casquillo	Tubería de PVC-U
hasta 3	100	100	
hasta 6	125		
hasta 10	150	125	

Tabla 12
Líneas de distribución por gravedad de los retretes

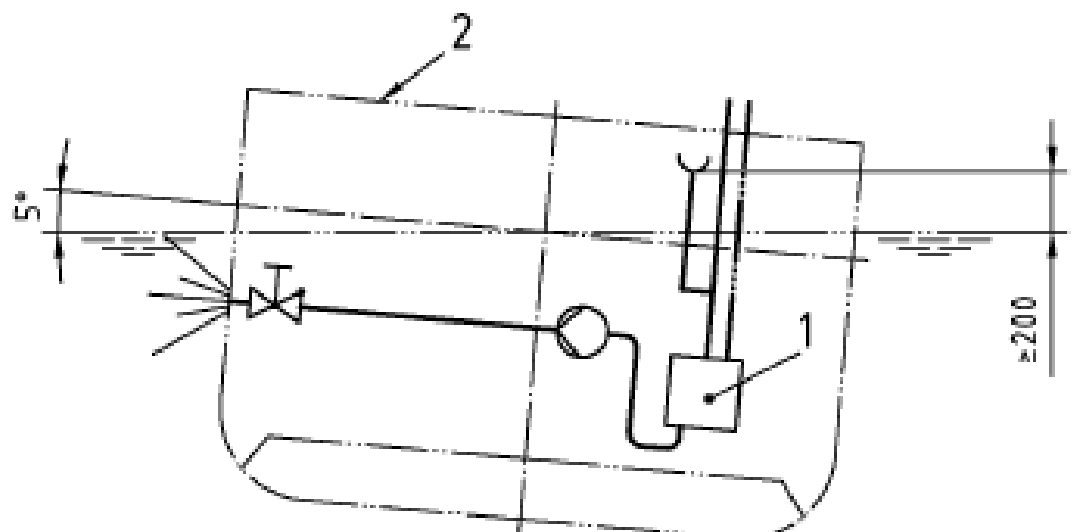
Conexiones de los retretes	Diámetro nominal (NB) de las líneas de distribución por gravedad		
	Tuberías de acero y CuNiFe	Tuberías de macho y casquillo	Tuberías de PVC-U
hasta 6	100	100	
hasta 12	125		
hasta 20	150	125	

Todos los tubos que parten del sistema de tratamiento y del tanque de almacenamiento serán líneas de baja presión.

La norma obliga a disponer de un elemento de cierre en forma de tubería de sección Z entre la bomba y la descarga fuera del barco, así como una válvula antirretorno atornillada:

**Leyenda**

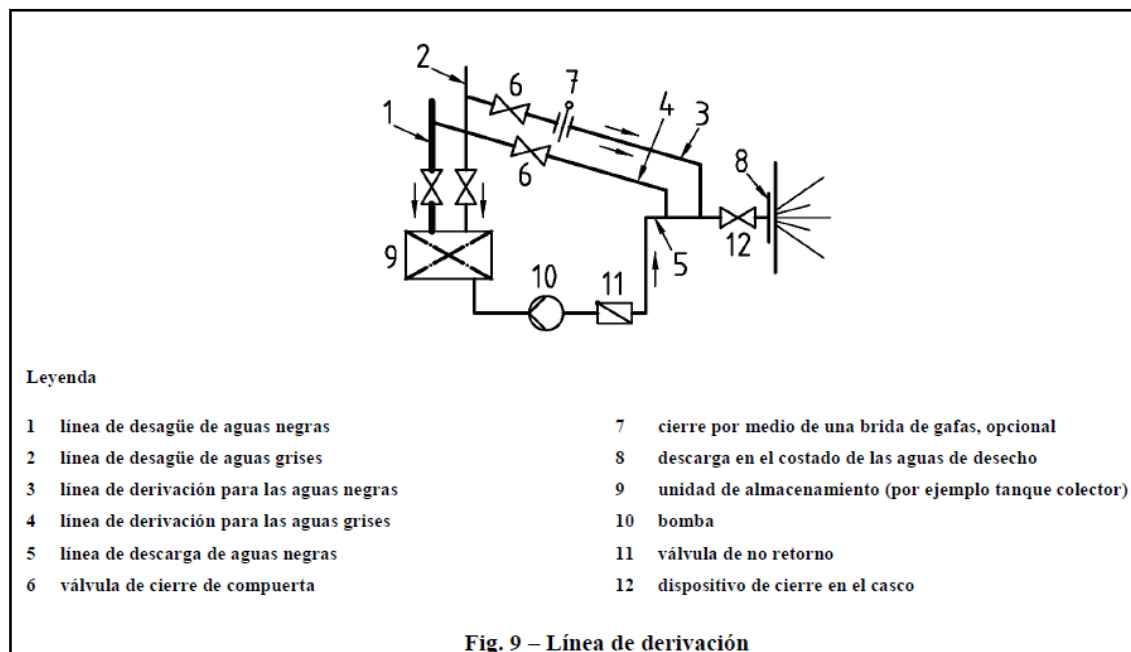
- 1 línea de desagüe
- 2 unidad de almacenamiento (por ejemplo tanque colector o planta de tratamiento de aguas negras)
- 3 tubería de descarga de aguas negras
- 4 bomba
- 5 salida de las aguas de desecho
- 6 casco
- 7 sección de tuberías Z

Fig. 2 - Sección de tuberías Z**Leyenda**

- 1 unidad de almacenamiento de aguas de desecho
- 2 cubierta de franco bordo

Pudiendo añadirse un bucle a la tubería como dispositivo antirretorno ante situaciones de escora problemáticas. Esta disposición debe cumplir su propósito para una descarga a cualquiera de las bandas.

Para la descarga a instalación receptora, contaremos con una brida MARPOL normalizada. Para la descarga por la borda allí donde se permita, se adoptará la siguiente disposición:



Esta descarga, a ser posible, estará localizada bajo la línea de flotación de verano y debidamente distanciada de cualquier toma de mar para que no haya ningún tipo de contacto entre ellas. También habrán de distanciarse debidamente de las zonas donde se arrien botes salvavidas ni en proximidad de las escalas.

Como bomba para expulsar las aguas residuales, vamos a asumir que el periodo de descarga de dos horas, el caudal necesario será de $16,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Aunque sea un servicio de baja presión, la bomba necesitara al menos algo de presión para vencer la altura del buque y descargar a una instalación receptora, así que asumiremos que podrá dar dos bares si es necesario. Con un rendimiento genérico de 0,7 la potencia que consumirá será de 1900 Watios

12.5 Servicio de lastre:

Dadas las peculiaridades de este tipo de buques, es posible aprovechar los tanques de lastre para transportar el agua que se ha de suministrar a la plataforma, mientras se respeten las normas establecidas por DNV en “Parte 4, Capítulo 6, sección 4 ” referente a canalización, “Parte 5, capítulo 13” referente al almacenamiento de agua dulce, “Parte 3, Capítulo 3, Sección 6” referente a la disposición de aspiración y descargas y “Parte 6, Capítulo 18, Sección 4” referente al manejo y tratamiento de aguas de lastre. Por tanto, los tanques no serán segregados.

Se estima que el lastre necesario es de 2470 m^3 de agua, distribuido en tanques simétricos en las bandas y doble fondo. Tras observar los buques que componen la base de datos, se propone la instalación de dos tanques antirrolling viendo su extendido uso para suavizar la operación de D.P.

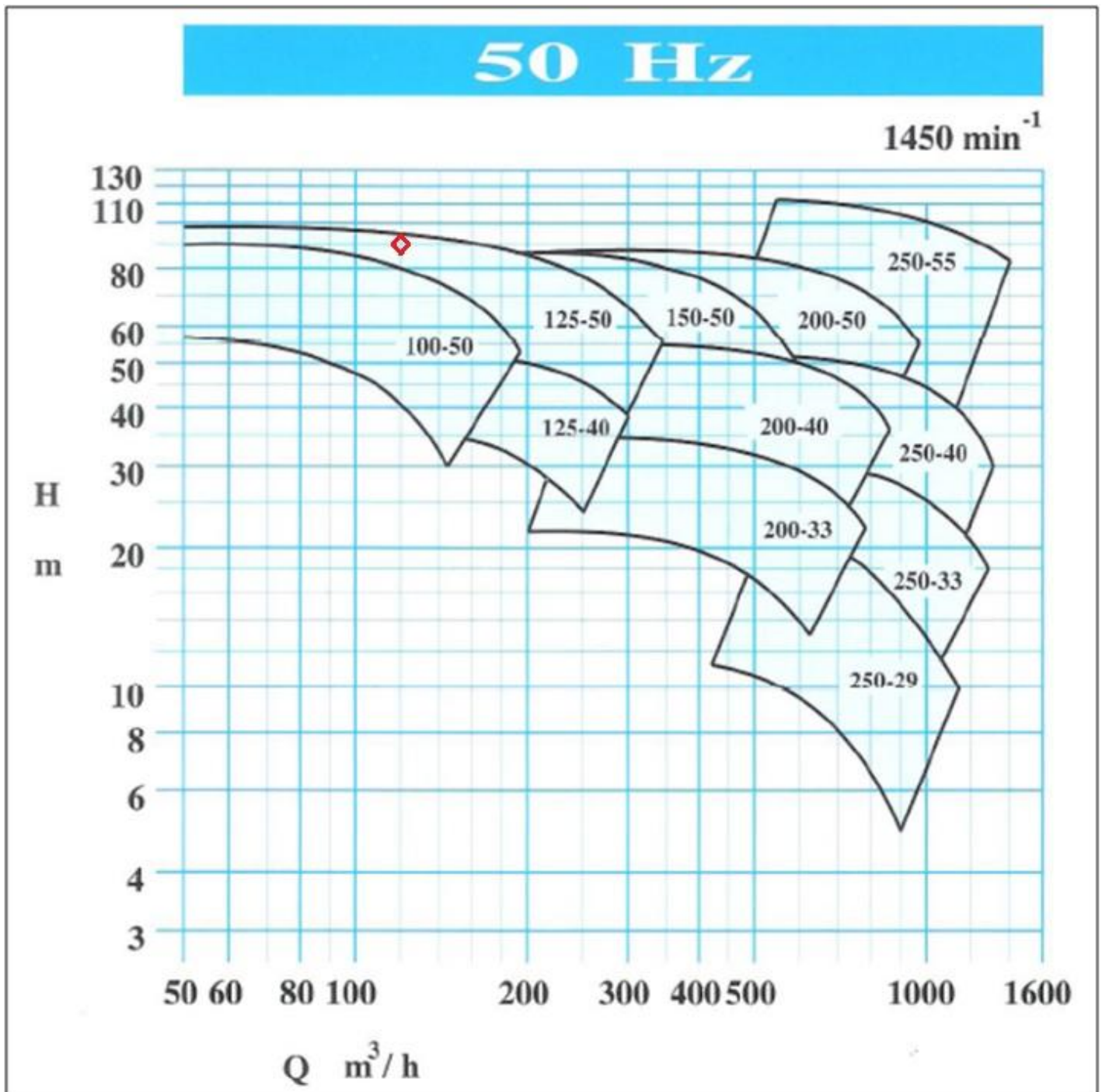
El servicio se dimensionará de acuerdo a nuestras RPA's, esto es, asumiendo un tiempo típico para las operaciones de C/D de alrededor de 10 horas. Esto determina un caudal de $247 \text{ m}^3/\text{h}$.

Se decide usar un sistema con tres bombas, una por redundancia, y dos colectores, uno a cada banda. Dado que el lastre puede ser usado como carga útil a entregar en la plataforma, las bombas deberán dar la presión necesaria para alcanzar el manifold de la plataforma.

En la hoja de características del Havila Commander, así como en muchos otros PSV, podemos observar que equipos para tales fines se dimensionan a 9 bares incluso aunque una altura de plataforma típica es de 30 m. Esta es la elección de dimensionamiento final que ya contempla pérdidas, saltos de altura y cálculos de cavitación en la aspiración. De todas formas, y académicamente, se estudiarán las pérdidas de carga. El caudal por bomba será de $123,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Debe tenerse en cuenta que este servicio debe ser capaz tanto de realizar una operación de lastrado y deslastrado tradicional (Aspirar de la toma de mar para descargar en los tanques; Aspirar de los tanques para descargar por el costado) como una operación de C/D de agua técnica con el mismo servicio (toma del manifold de carga a los tanques, y descarga a la plataforma). Por ello las válvulas se dispondrán con cuidado de permitir estas maniobras.

Observando la oferta de Acicue, nos interesa el modelo 125/50, que ya se usó para la bomba de alimentación del manifold C.I.



El consumo eléctrico de esta bomba es de **132 kW**.

Asumiendo una velocidad de 2 m/s en conducto como compromiso entre tamaño de tubulatura y pérdidas, el diámetro interno del colector deberá ser de 209 mm.

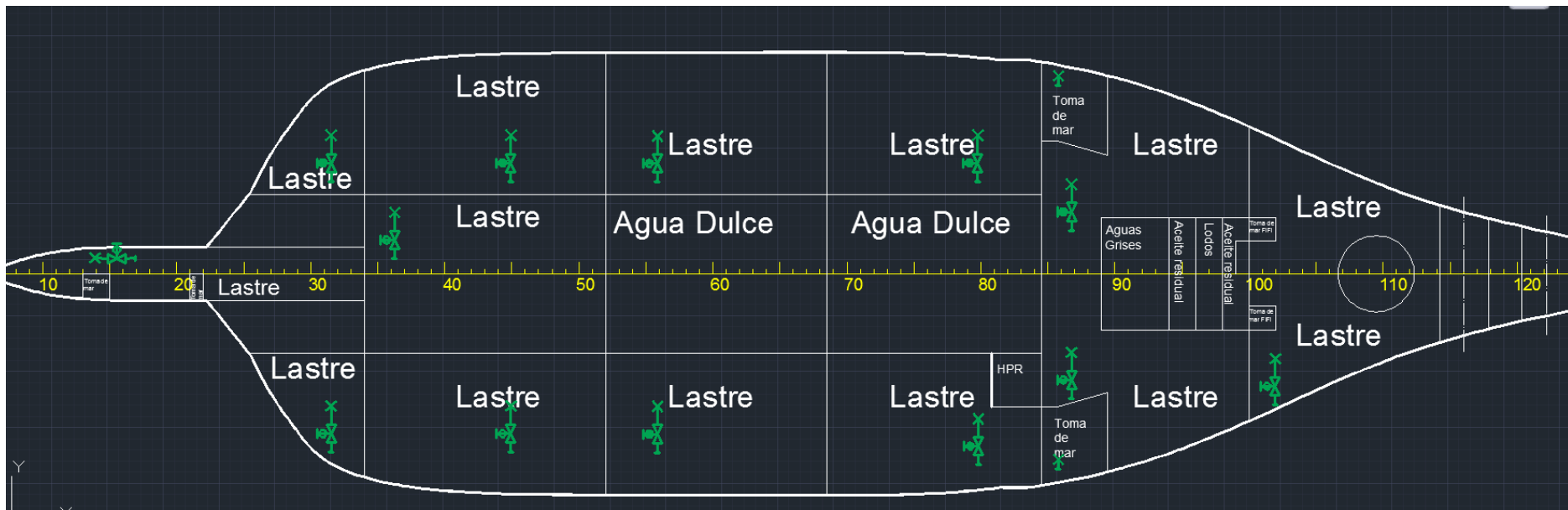
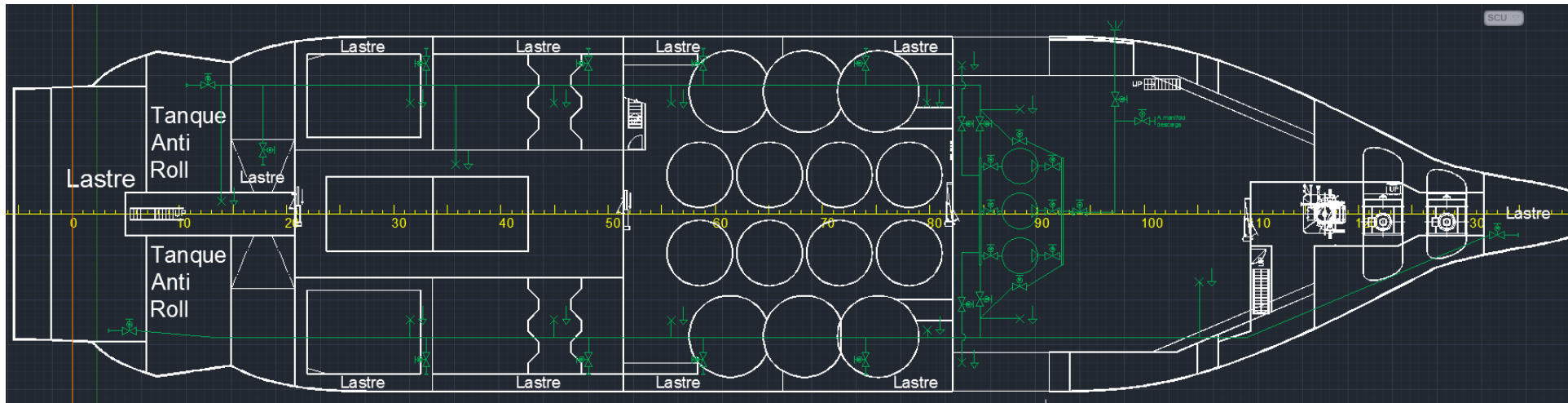
Colector		
Q	247	m ³ /h
Q	0,0686	m ³ /s
V	2	m/s
A	0,0343	m ²
D	0,209	m
Espesor		
t	12,925	mm

Ramal Est.		
Q	123,500	m ³ /h
Q	0,034	m ³ /s
V	2	m/s
A	0,017	m ²
D	0,148	m
Espesor		
t	10,144	mm

Que será idéntico al ramal colector de babor.

Para cada aspiración de tanque, de corto recorrido, la tubería será de las mismas dimensiones que las de los ramales.

El servicio se dispondrá:



Ubicando las succiones de los tanques en las esquinas para un mejor agotamiento, y los suficientes seccionamientos con válvulas para permitir el lastrado, deslastrado, descarga a plataforma y lastrado por gravedad.

Aunque el fabricante no la especifica de forma concisa, de bombas similares podemos asumir, académicamente, una NPSH requerida entre los 2 y 6 m de columna de agua.

La NPSH disponible será:

$$NPSH_d = \frac{P_{atm}}{\rho \cdot g} - z_a - h_f - \frac{P_{vap}}{\rho \cdot g}$$

Con P_{atm} la presión atmosférica en pascuales de 101325. Z_a representa la altura a vencer respecto de la aspiración, en nuestra disposición 1,2m. P_{vap} será la presión de vapor a temperatura ambiente, 3363 Pa. H_f representa las pérdidas de carga desde la aspiración a la bomba, que estudiaremos a continuación.

Las pérdidas más peyorativas se darán en la mayor longitud de tubería, esto es, en la línea desde la aspiración hasta el tanque de lastre de popa.

Descomponiendo en el tramo del ramal de la banda y el del colector:

perdidas		colector	
Hazem Williams			
		0,02187	m.c.a. por m
Elementos		n	
Elementos	núm.	coef	perdida
Codos	2	30	12,54
válvula	5	16	16,72
L tubo		9,5	
L total			
38,7593938		m	
Perdidas			
0,848		m.c.a.	

perdidas		ramal hasta tk pp	
Hazem Williams			
		0,0328	m.c.a. por m
Elementos		n	
Elementos	núm.	coef	perdida
Codos	4	30	17,7339
válvula	2	13	3,8423
codos 45	1	16	2,3645
L tubo		47,2	m
L total			
71,1407		m	
Perdidas			
2,334		m.c.a.	

Con lo que el termino H_f suma 3,178 m.c.a. en pérdidas.

$$NPSH_d = \frac{101325}{1025 \cdot g} - 1,2 - 3,178 - \frac{3363}{1025 \cdot g} = 5,3667 \text{ m. c. a.}$$

En caso de que el comportamiento de la bomba no sea el adecuado en el momento de vaciar los últimos metros de columna del tanque, podrá subirse la presión vaciando otro tanque lleno de forma que la bomba no descebe o cavite.

12.6 Achique y sentinas:

El SOLAS establece como necesario un sistema que pueda achicar de fluidos y derrames los espacios más importantes del buque, como la cámara de máquinas, los locales de los propulsores y los espacios de carga.

Estos hipotéticos derrames normalmente serán de carácter oleoso o deberán ser considerados como tal, y por tanto deberán ser idealmente conducidos al separador de sentinas para su separación en lodo y agua gris. Sin embargo, dada la prioridad que en el SOLAS tiene la vida humana, el buque y su carga sobre el medio ambiente, puede descargarse directamente al mar si con ello se salva el navío y su tripulación. Por lo

tanto, existirá una descarga directa de las bombas de achique al mar que no deberá ser abierta salvo en casos de extrema necesidad.

La succión del fluido en estos espacios se logrará con la instalación de pocetes en diversas esquinas. De esta forma, aún con varios asientos o escoras el fluido tendrá a acumularse en estos pocetes donde podrá ser succionado por el sistema.

Se establece que el número mínimo de bombas a instalar serán 3, de carácter motorizado. En función de un coeficiente expuesto en el texto del SOLAS, podrá ser necesaria una bomba independiente adicional si dicho coeficiente supera 30:

$$\begin{aligned} \text{Si } P_1 > P &\rightarrow \text{coef} = 72 \cdot \frac{M + 2P_1}{V + P_1 - P} \\ \text{Demás casos} &\rightarrow \text{coef} = 72 \cdot \frac{M + 2P_1}{V} \end{aligned}$$

Donde $P_1 = 0,056 \cdot L_{pp} \cdot n \text{ pasajeros} \rightarrow 0,056 \cdot 82,6 \cdot 19 = 87,86$. Notesé que en este caso se considerara la tripulación especial de relevo como pasaje. P representa el volumen de los espacios asignados a pasaje bajo la cubierta de cierre, en nuestro caso la de francobordo. $P=0$.

M es el volumen total de los espacios de máquinas, carga de líquidos combustibles, locales de propulsores y cualquier otro espacio de similar riesgo. El volumen de cámara de maquinas se estima en 1880 m^3 , el volumen de los tanques de combustible es de 900 m^3 y el del local de propulsores es de $243,5 \text{ m}^3$. $M= 3023 \text{ m}^3$.

V es el volumen total bajo la cubierta de cierre. Dado que carecemos de este dato con precisión, usaremos las dimensiones principales de nuestro buque junto con un coeficiente de bloque de 0,8, para así tener en cuenta las formas llenas de la obra muerta. Esto nos da un volumen estimado de 10800 m^3 .

$$\text{coef} = 72 \cdot \frac{M + 2P_1}{V + P_1 - P} = 3512$$

Con lo que estamos obligados a la instalación de una bomba motorizada adicional.

Según el procedimiento de cálculo que especifica el SOLAS, lo primero a determinar es el diámetro del colector:

$$d(mm) = 25 + 1,68\sqrt{L(B + D)} = 105,86 \text{ mm}$$

Las formulas del SOLAS asumen que se establece una velocidad en tubería no superior a los 2 m/s. El caudal por tanto se determina como:

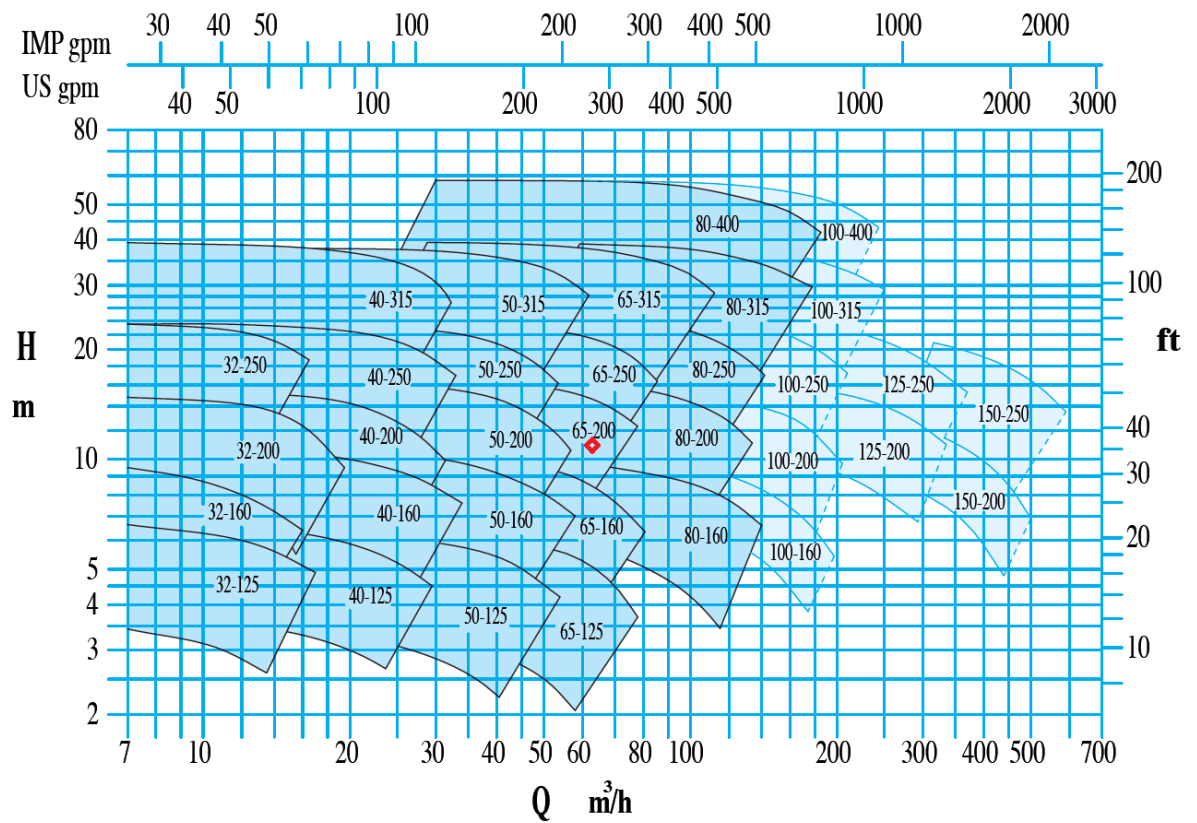
$$\begin{aligned} Q &= v \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,105^2 = 0,0176 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0176 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 63,37 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Cada una de las bombas deberá ser capaz de dar este caudal sola.

El diámetro de las aspiraciones de los pocetes será el mismo, con un elemento campana al final dotado de un filtro grueso de malla para facilitar la succión.

La presión que deberá poder suministrar la bomba será aquella con la que consiga vencer la diferencia de altura entre un pocete en el doble fondo y un imbornal fuera borda en el caso más extremo, ya que el separador de aguas oleosas y los tanques para aguas grises/lodos están ubicados a menor altura. Esta diferencia de altura en nuestro buque proyecto es de 9 metros aproximando de forma conservadora. Sumando las perdidas correspondientes a 49 m de tubería, calculadas por Hazem Williams, 3,47 m.c.a., necesitaremos 12,47 m.c.a. como mínimo.

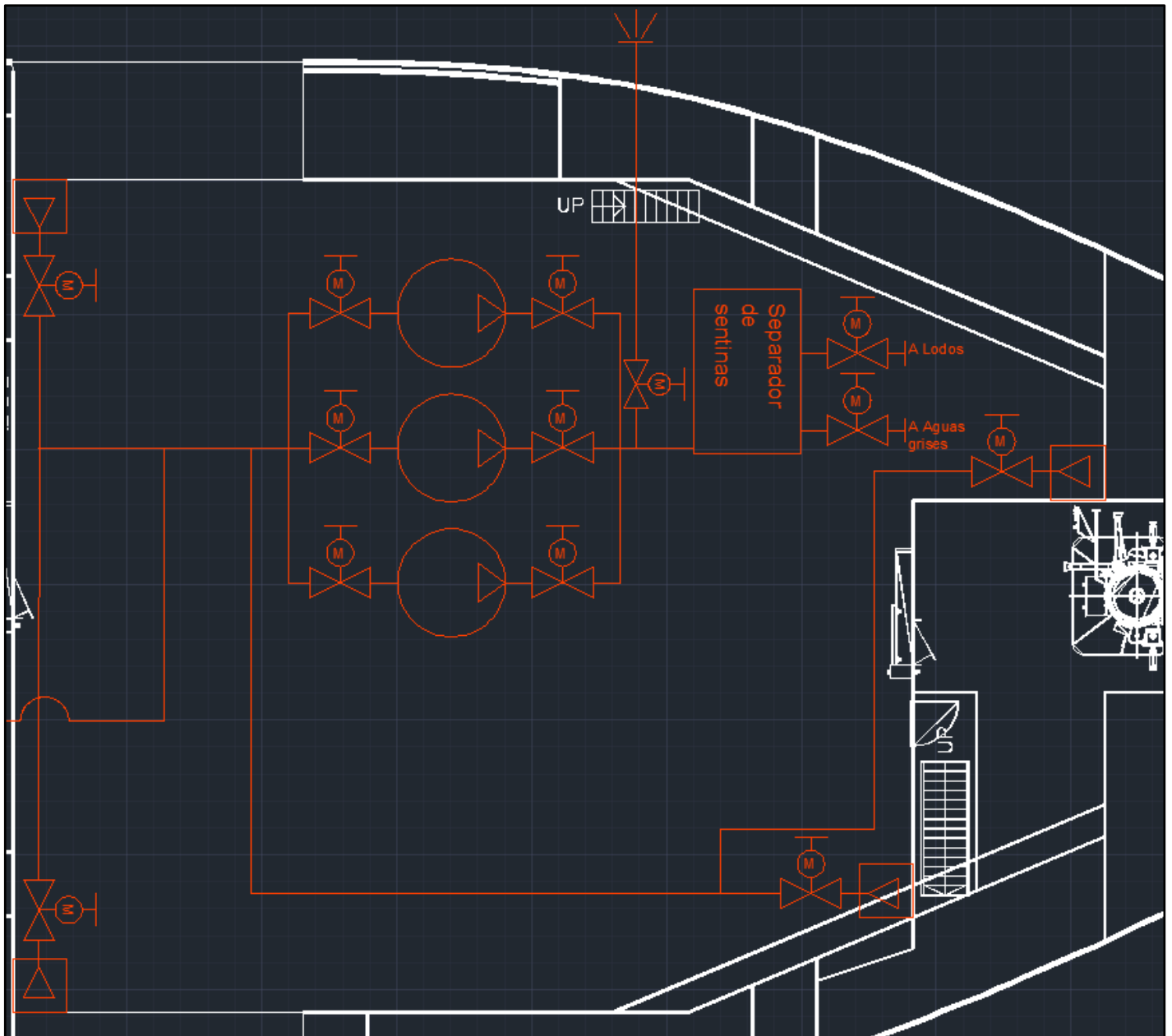
Observando la oferta de Azcue para bombas de montaje vertical y 1450 rpm, elegimos la siguiente:



Que según especifica el fabricante, el consumo máximo de la bomba será de 37 kW.

El espesor de la tubería será de 4,42 mm.

A continuación se representa el circuito en cámara de maquinas:



12.7 Ventilación de Cámara de Maquinas:

El sistema de ventilación de Cámara de maquinas se hará de acuerdo a las especificaciones de la norma UNE EN ISO 8861 del 2005.

Este sistema tiene por objetivo garantizar un adecuado aporte de aire para la combustión del equipo propulsor, así como mantener unas condiciones de trabajo razonables para la tripulación renovando el aire del

interior, climatizando y extrayendo los gases y vapores que se originan en el recinto.

El caudal de aire que se necesita introducir en cámara de máquinas se determina, según la norma, escogiendo el mayor de los siguientes:

$$Q = q_c + q_h ; Q = 1,5 q_c$$

Donde q_c es el caudal de aire necesario para la combustión de la máquina. Puede desglosarse en:

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} + q_b$$

Con q_{dp} el necesario para los motores diesel principales; q_{dg} el correspondiente a los generadores diesel y q_b el necesario para las calderas. Dado nuestra configuración Diesel eléctrica, solo tendremos q_{dg} .

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \cdot m_{ad}}{\rho}$$

Con P_{dg} la máxima potencia de los generadores en kilowatios. m_{ad} El consumo de aire de los motores de los alternadores, en kilogramos de aire por kilowatio segundo. ρ Es la densidad del aire, que si tomamos el valor indicado en la norma, es de **1,13 kg/m³** a condiciones atmosféricas sobre los 35 grados centígrados típicos en un espacio de máquinas.

Dado que en este punto de la espiral de proyecto, donde aún estamos definiendo los consumidores a bordo, tomaremos la máxima potencia como la instalada en nuestro buque modelo, el Havila Commander, 7600 kW. Como consumo de aire unitario, usaremos la indicación que ofrece la norma para motores de 4 tiempos: 0,002 kg/ (kW·s)

$$q_{dg} = \frac{7600 \cdot 0,002}{1,13} = 13,45 \text{ m}^3/\text{s}$$

El término q_h representa el caudal de aire necesario para evacuar el calor irradiado por la maquinaria y mantener un entorno aceptable. Por tanto queda definido como:

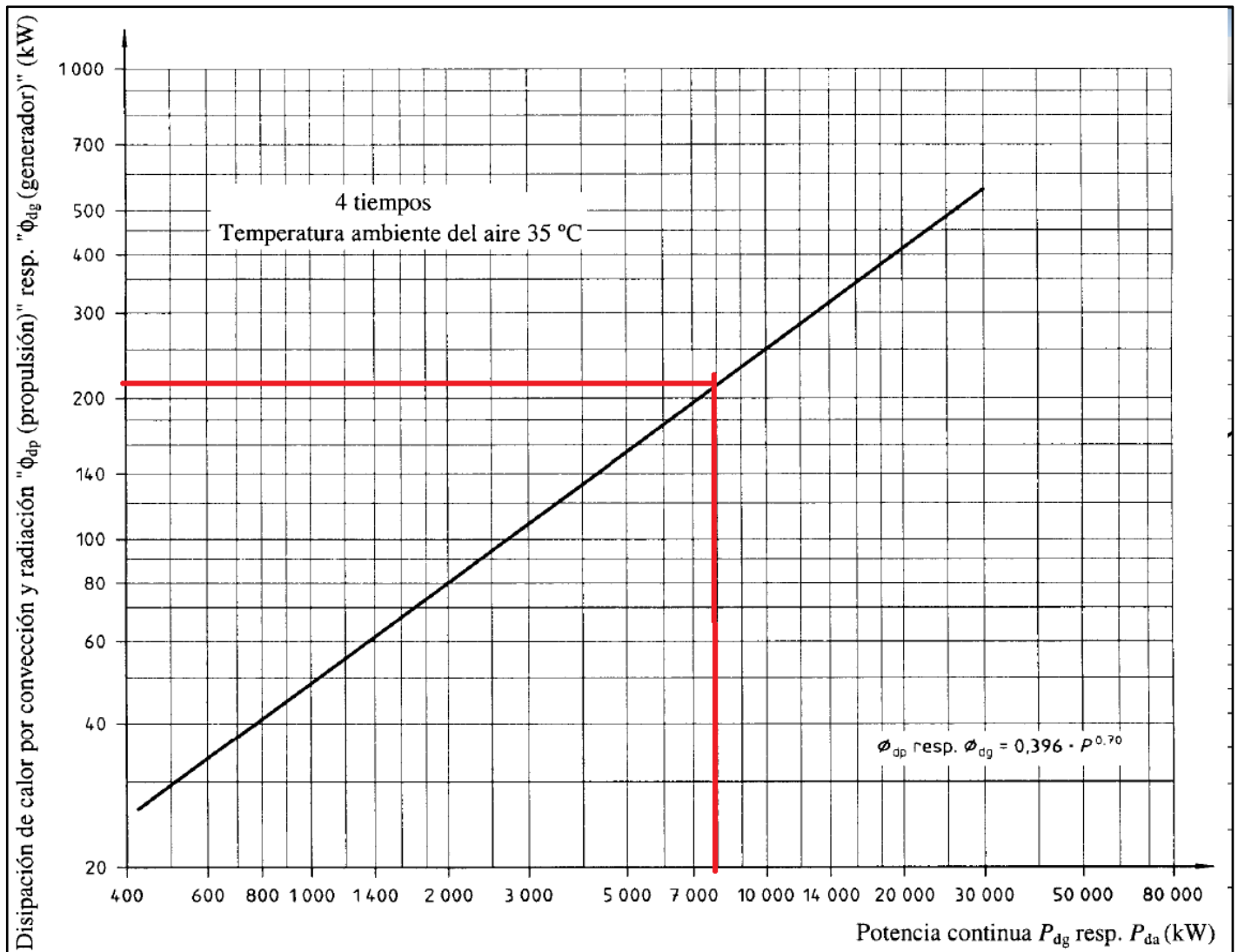
$$q_h = \frac{\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_b + \phi_p + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_t + \phi_o}{\rho \cdot c \cdot \Delta T} - 0,4 \cdot (q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

Los diferentes términos ϕ representan el flujo térmico de, respectivamente, los motor diesel principales, los motores de los generadores, calderas, tuberías de vapor, generadores refrigerados por aire, instalaciones eléctricas, canalizaciones de escape, tanques de calefacción y otros componentes. $\rho \cdot c \cdot \Delta T$ representa la densidad, calor

específico e incremento de temperatura del aire medida de forma precisa entre la admisión de aire fresco y la salida. La norma fija este producto como:

$$1,13 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,01 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)} \cdot 12,5 \text{ K} = 14,266 \text{ kJ/m}^3$$

Los términos de flujo térmico pueden definirse usando unas curvas que ofrece la norma. ϕ_{dp} , ϕ_b , ϕ_p , ϕ_t serán 0 ya que no hay tales instalaciones en nuestro buque.



$$\phi_{dg} \text{ vs } P_{dg}$$

$$\phi_{dg} = 195 \text{ kW}$$

$$\phi_g = P_g \cdot \left(1 - \frac{\eta}{100}\right); \text{ con } \eta \text{ igual a 94\% de acuerdo a lo estipulado.}$$

$$\phi_g = 7600 \text{ kW} \cdot \left(1 - \frac{94}{100}\right) = 456 \text{ kW}$$

ϕ_{el} puede estimarse como el 20% de la potencia eléctrica en navegación para buques convencionales, o la suma de las emisiones si se conocen los componentes. En nuestro caso de buque con propulsión eléctrica, contamos con datos orientativos del rendimiento de los cuadros y convertidores de frecuencia de ABB.

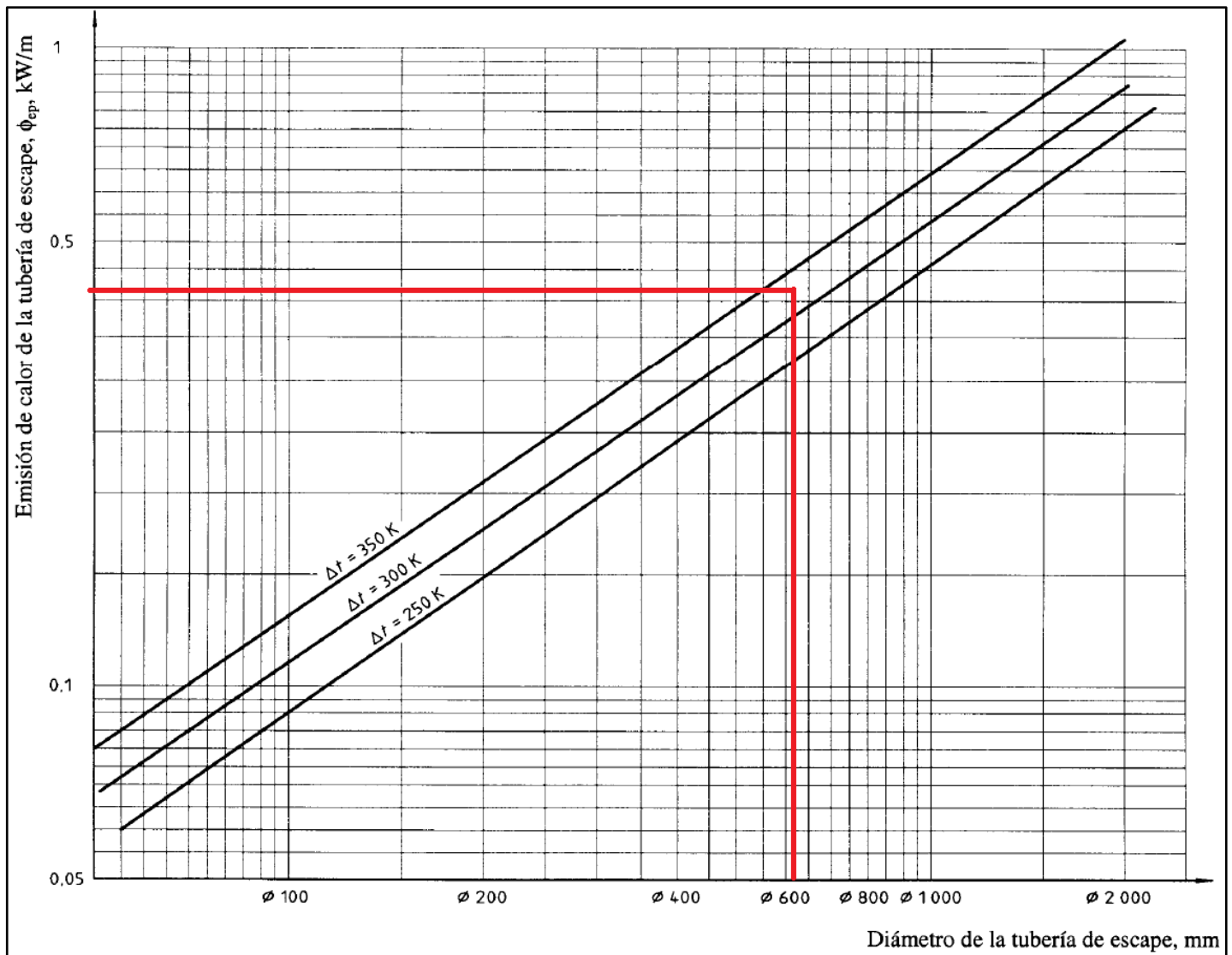
$$\phi_{cuadro} = 7600 \cdot \left(1 - \frac{99,5}{100}\right) = 38 \text{ kW}$$

$$\phi_{convertidor} = 7600 \cdot \left(1 - \frac{99}{100}\right) = 76 \text{ kW}$$

$$\phi_{transformadores} = 7600 \cdot \left(1 - \frac{99,2}{100}\right) = 61 \text{ kW}$$

$$\phi_{el} = 175 \text{ kW}$$

Para determinar el calor irradiado por las canalizaciones de escape, solo se tendrán en cuenta aquellas en el espacio de maquinas, y no las del tronco de chimenea o guardacalor. Esta cifra va en función del diámetro de tubería de escape. Usaremos como referencia la configuración de la cámara de maquinas del Havila Commander, cuyos escapes tienen 625mm de diámetro.



Usaremos la línea de 320K tal y como se indica en el procedimiento. Obtenemos una cifra cercana a los 0,4 kW por metro de tubería. Asumiendo una cifra de metros de escape similar a la del buque modelo, de 73, 31 m, obtenemos un intercambio térmico de 29,32 kW.

El último termino, ϕ_o , que engloba el calor del resto de equipos que pueden estar instalados en cámara de máquinas, es muy difícil de determinar con precisión, y por tanto haremos una estimación del 0,5% de la potencia instalada. Obtenemos 38 kW.

La suma de transmisiones térmicas resulta en 893 kW.

$$q_h = \frac{893\text{ kW}}{14,266\text{ kJ/m}^3} - 0,4 \cdot 13,45\text{ m}^3/\text{s} = 57,216\text{ m}^3/\text{s}$$

Los dos caudales posibles serán:

$$Q = q_c + q_h = 13,45 \text{ m}^3/\text{s} + 57,216 \text{ m}^3/\text{s} = 70,666 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1,5 q_c = 1,5 \cdot 57,216 \text{ m}^3/\text{s} = 85,824 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal de aire necesario en cámara de máquinas será de 85,824 m³/s.

Para elegir los ventiladores, recurriremos al fabricante SODECA, que ya suministra al sector naval offshore y está aprobado por DNV entre otras sociedades de clasificación con su gama HCT/MAR y HFT/MAR.

HCT/MAR

HFT/MAR

exento
E-P

HCT/MAR: Extractores helicoidales tubulares para intercalar en conducto, de gran robustez para aplicaciones marinas y navales
HFT/MAR: Extractores helicoidales tubulares para principio de conducto, para aplicaciones marinas y navales

Extractores helicoidales circulares con dos bridas (HFT) o tubulares para intercalar en conducto (HCT), para trabajar en ambientes marinos y equipados con motor para servicio marino.



HCT/MAR



HFT/MAR

Ventilador:

- HFT/MAR: Aro soporte con dos bridas en chapa de acero de gran robustez galvanizado en caliente
- HCT/MAR: Envolvente tubular en chapa de acero de gran robustez galvanizado en caliente, para intercalar entre conductos
- Hélice en fundición de aluminio
- Incorpora trampilla de inspección (HCT)
- Dirección aire motor-hélice

Motor:

- Motores para servicio marino clase F, con rodamientos a bolas, protección IP55, con el cumplimiento de la clasificación para servicio naval no esencial.
- Motores de eficiencia IE3 para potencias iguales o superiores a 7,5kW, excepto monofásicos, 2 velocidades y 8 polos
- Trifásicos 230/400V.-50Hz.(hasta 4 kW)

y 400/690V.-50Hz.(potencias superiores a 4 kW)

- Temperatura máxima del aire a transportar: -20°C.+ 60°C.

Acabado:

- Anticorrosivo galvanizado en caliente

Bajo demanda:

- Construcción en acero inoxidable
- Bobinados especiales para diferentes tensiones y frecuencias
- Construcción ATEX para diferentes categorías
- Motores con PTO incorporada
- Motores marinos para aplicaciones navales, con certificación para servicio esencial según diferentes entidades de clasificación (BV, DNV, LR)
- Motores de eficiencias IE2 e IE3 para cualquier potencia

Los motores marinos utilizados pueden estar certificados por la mayoría de entidades internacionales de clasificación naval:

ABS: América Bureau of shipping

BV: Bureau Veritas

OOS: China Classification Societies

OR: China Corporation Register of Shipping

DNV: Det Norske Veritas

GL: Germanischer Lloyd

KR: Korean Register of shipping

LR: Lloyd's Register of Shipping

NK: Nippon Kaiji Kyokai

RINA: Registro Italiano Navale

RS: Russian Maritime Register of Shipping

Código de pedido

HCT/MAR — 56 — 4T — 1,5

HCT/MAR: Extractores helicoidales tubulares para aplicaciones marinas
 HFT/MAR: Extractores helicoidales tubulares para aplicaciones marinas

Diámetro de la hélice (cm)

Número de polos motor
 2=2900 r/min. 50 Hz
 4=1400 r/min. 50 Hz
 6=900 r/min. 50 Hz

T=Trifásico

Potencia motor (c.v)

Viendo el catalogo, necesitaremos al menos 5 ventiladores para cumplir la demanda de 309.000 m³/h. El caudal unitario tendrá que ser como mínimo de 61800 m³/h.

Escogemos el modelo HCT/MAR 100-4T-15 IE3. Sus características se resumen en la siguiente tabla:

R.p.m.	1470
Intensidad máx a 400V	20,9 A
Intensidad máx a 690V	12,1 A
Potencia	11 kW
Caudal máx	68000m ³ /h
Presión sonora	94 dB(A)
Peso	184 kg

La capacidad y consumo total del sistema será por tanto de 340.000 m³/h y 55 kW.

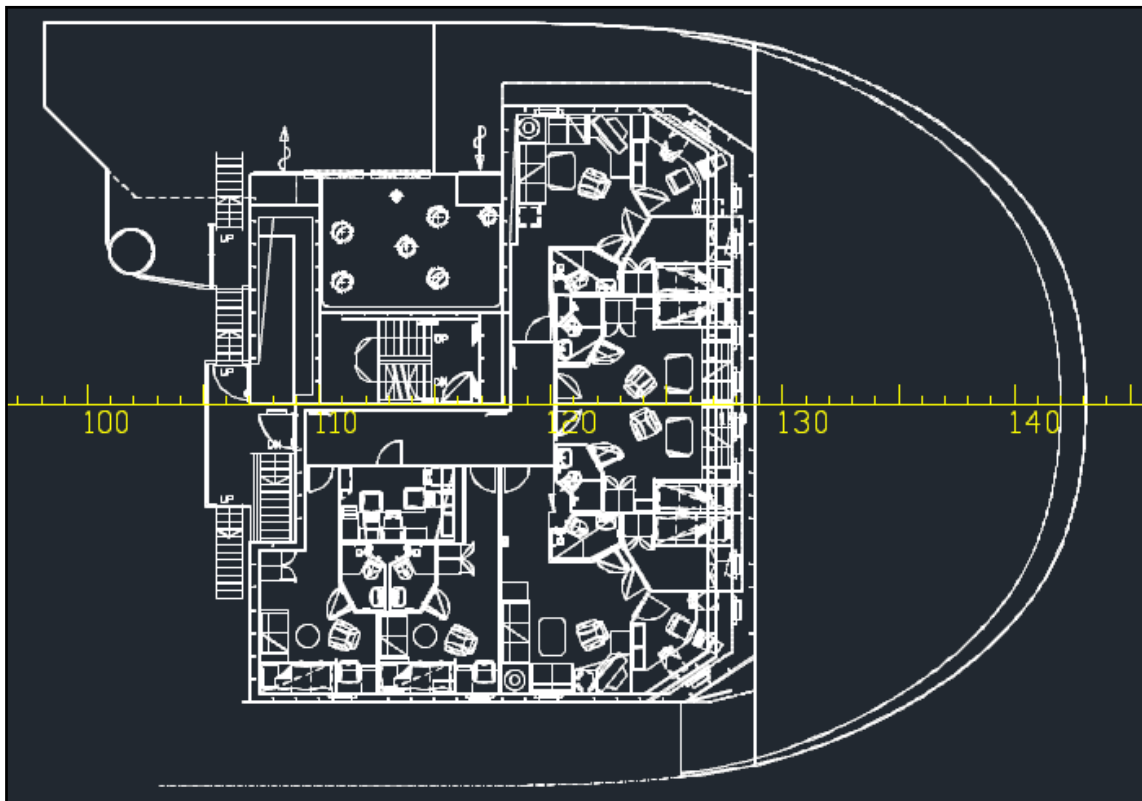
Atendiendo a las indicaciones de buena práctica ofrecidas como anexo en la norma, el 50% de la aportación de aire fresco se hará en el nivel superior del espacio de máquinas cerca de los generadores. Se tendrá cuidado de evitar un posible contacto de agua salada con las tomas, y de no poner las salidas directamente sobre fuentes de calor o equipos eléctrico sobre los que pueda caer agua proveniente de un golpe de mar contra la aspiración externa. En general se tratará de mantener una presión positiva en el interior respecto al exterior no superior a 50 Pa. Los ventiladores de extracción se dispondrán allí donde el aire a extraer no pueda ir por la chimenea. El lugar donde se ubique la separadora de gasóleo y combustible deberá tener una extracción con ventilador descargando a la atmosfera lo más lejos posible del resto de tomas de aire.

12.8 Aire acondicionado:

El sistema de aire acondicionado tiene por objetivo mantener unas condiciones de confort adecuadas tanto en invierno como en verano a bordo en los camarotes y espacios de vida, a través de la circulación de aire a una temperatura adecuada. Este sistema es poco diferente a lo que normalmente se encuentra en tierra firme, la diferencia principal radicando en el diferente flujo térmico debido a diferentes materiales de construcción de la estructura.

Para el cálculo de este sistema, se seguirán las indicaciones de la norma UNE EN ISO 7547 del 2005.

Realizar el dimensionamiento del aire acondicionado de toda la habitación implica que esta este completamente determinada, así como conocer de forma precisa todos los materiales de todas las divisiones, así como las características de portillos y otras irregularidades. También conlleva una extensiva aplicación de transmisión de calor interdependiente entre varios espacios. Dado el ingente volumen de cálculo que esto conlleva, optamos por ejemplificar el sistema realizando el dimensionamiento para la cubierta de oficiales:



La norma especifica que el aporte de aire será el mínimo necesario para garantizar que:

- En verano, el interior este a 27 °C y 50% de humedad relativa. El exterior será de 37 °C y 70% de humedad relativa.
- En invierno, el interior este a 22 °C, con el exterior a -20 °C y 50% de humedad relativa. El exterior será de 37 °C y 70% de humedad

- Como mínimo, 0,008 m³/s por persona para la que esta dimensionado el espacio.

Siendo el aire de aportación nunca más de 10 °C por debajo de la media de temperatura, o 23 °C superior . Adicionalmente, deberá comprobarse si hay alguna norma de vigencia nacional que imponga un número mínimo de renovaciones por hora. En nuestro caso, no existe tal.

En esta cubierta existen únicamente camarotes para oficiales, la oficina y baños privados. Estará el pasillo, el tronco de escaleras y el guardacalor.

Estableceremos el flujo de calor del interior al exterior como negativo, y del exterior al interior como positivo.

El flujo térmico a los espacios colindantes se define como:

$$\phi = \Delta T(k_v A_v + k_g A_g)$$

Con el flujo en watios y la diferencia de temperatura en kelvin. kv y Av representan respectivamente, el coeficiente de transmisión térmica de una determinada división en W/m²K y Av el área de dicha división descontando los portillos. Kg y Ag representan lo mismo para los portillos.

Se siguen las indicaciones y valores representativos para las diferencias de temperaturas y coeficientes que se ofrecen en la norma.

<i>Camarote capitán</i>	ΔT inv	ΔT ver	kv	Av (m2)	kg	Ag (m2)	Φ Invierno (W)	Φ verano (W)
Mamparo exterior	-42	7	0,6	35,24		0	-888,048	148,008
Mamparo a camarote	0	0	2,5	15,6		0	0	0
Mamparo a pasillo	-5	2	2,5	3,36		0	-42	16,8
Mamparo a guardacalor	17	18	0,8	10,71		0	145,656	154,224
Techo	-3	3	2	33,14		0	-198,84	198,84
Suelo	-3	3	2	33,14		0	-198,84	198,84
4 portillos	-42	7		0	3,5	2,08	-305,76	50,96
							-1487,832	767,672

<i>Camarote jefe maquinas</i>	ΔT inv	ΔT ver)	kv	Av (m2)	kg	Ag (m2)	Φ Invierno (W)	Φ verano (W)
Mamparo exterior	-42	7	0,6	27,62		0	-696,024	116,004
Mamparo a camarote	0	0	2,5	32,22		0	0	0
Mamparo a pasillo	-5	2	2,5	4,14		0	-51,75	20,7
Techo	-3	3	2	30,74		0	-184,44	184,44
Suelo	-3	3	2	30,74		0	-184,44	184,44
4 portillos	-42	7		0	3,5	2,08	-305,76	50,96
							-1422,414	556,544

<i>Cam. oficial individual x2</i>	ΔT inv	ΔT ver	kv	Av (m2)	kg	Ag (m2)	Φ Invierno (W)	Φ verano (W)
Mamparo exterior	-42	7	0,6	7,51		0	-189,252	31,542
Mamparo a camarote	0	0	2,5	30,84		0	0	0
Mamparo a pasillo	-5	2	2,5	3		0	-37,5	15
Techo	-3	3	2	12,44		0	-74,64	74,64
Suelo	-3	3	2	12,44		0	-74,64	74,64
2 portillos	-42	7		0	3,5	2,08	-305,76	50,96
							-681,792	246,782

<i>Cam. oficial doble x2</i>	ΔT inv	ΔT ver	kv	Av (m2)	kg	Ag (m2)	Φ Invierno (W)	Φ verano (W)
Mamparo exterior	-42	7	0,6	8,48		0	-213,696	35,616
Mamparo a camarote	0	0	2,5	29,4		0	0	0
Mamparo a oficina	0	0	2,5	9,75				
Mamparo a pasillo	-5	2	2,5	2,61		0	-32,625	13,05
Techo	-3	3	2	13,04		0	-78,24	78,24
Suelo	-3	3	2	13,04		0	-78,24	78,24
1 portillos	-42	7		0	3,5	2,08	-305,76	50,96
							-708,561	256,106

<i>Oficina</i>	ΔT inv	ΔT ver	kv	Av (m2)	kg	Ag (m2)	Φ Invierno (W)	Φ verano (W)
Mamparo a camarote	0	0	2,5	19,23		0	0	0
Mamparo a pasillo	-5	2	2,5	9,72		0	-121,5	48,6
Techo	-3	3	2	6,2		0	-37,2	37,2
Suelo	-3	3	2	6,2		0	-37,2	37,2
1 portillos	-42	7		0	3,5	2,08	-305,76	50,96
							-501,66	173,96

Dado que la norma indica que el flujo térmico a considerar en situación de invierno será solo el que se transmite entre espacios, el flujo térmico total que escapa de la cubierta en invierno es de **6192 W**.

El flujo térmico en verano por transmisión es de **2503 W**, pero para determinar el flujo térmico total a considerar necesitaremos de más apartados.

Para determinar el aporte de calor por radiación solar, usaremos:

$$\Phi_s = \sum A_v K \Delta T_r + \sum A_g G_s$$

Con A_v y k igual al cálculo anterior, y ΔT_r el aumento de temperatura causado por el sol, en función de la claridad y refracción del exterior: 12 K para las superficies verticales de color claro, y 29K para las de color oscuro. Suponemos que nuestra superestructura es del tradicional color blanco tan comúnmente usado para las mismas. A_g representa la superficie acristalada expuesta a la luz solar y G_s el aumento de calor por metro cuadrado, 350 W/m² para cristal de claridad convencional. En total esta cubierta hay 14 portillos rectangulares, de 0,248 m² de cristal expuesto cada uno. Se usara el camarote del capitán para ejemplificar el cálculo. Este camarote tiene 4 portillos y un total de

$$\begin{aligned} \Phi_s &= \sum A_v K \Delta T_r + \sum A_g G_s = \\ 34,56 \text{ m}^2 \cdot 0,6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \cdot 12 \text{K} &+ 0,992 \text{ m}^2 \cdot 350 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 596 \text{ W} \end{aligned}$$

Radiación solar	
<i>Camarote capitán</i>	
Av (m ²)	34,56
Ag (m ²)	0,992
Φ_s (W)	596,032
<i>Camarote jefe maquinas</i>	
Av (m ²)	29,61
Ag (m ²)	0,992
Φ_s (W)	560,392
<i>Cam. oficial individual x2</i>	
Av (m ²)	8,4
Ag (m ²)	0,496
Φ_s (W)	234,08
<i>Cam. oficial doble x2</i>	
Av (m ²)	9,48
Ag (m ²)	0,248
Φ_s (W)	155,056

El calor total absorbido en esta cubierta por la exposición al sol es de **1934,7W**.

El calor emitido por una persona en la estancia, en estado de reposo o sentado, es de 70 W de forma sensible y 50 W latente. En total 120 W por persona en reposo. Puede considerarse que el trabajo físico en oficina es muy similar al de reposo. La norma especifica que la ocupación a suponer es: camarotes ocupados por sus correspondientes tripulantes, dos personas en oficinas y cuatro en los despachos de capitán y jefe de maquinas, se supondrá que estos inclusive.

Calor por ocupantes	
<i>Camarote capitán</i>	
Número	4
Φ_p (W)	480
<i>Camarote jefe máquinas</i>	
Número	4
Φ_p (W)	480
<i>Cam. oficial individual x2</i>	
Número	1

Φ_p (W)	120
<i>Cam. oficial doble x2</i>	
Número	2
Φ_p (W)	240
<i>Oficina</i>	
Número	2
Φ_p (W)	240

El calor total emitido por los ocupantes de esta cubierta es de **1920 W**.

El calor emitido por la iluminación solo se tendrá en cuenta en los espacios sin portillos. Por tanto, solo tendremos en cuenta la oficina. El aporte que sugiere la norma es de 10 W/m² para fluorescentes. Como esta es de 6,2 m², tendremos **62 W**.

Teniendo en cuenta los espacios de esta cubierta, despreciaremos por insignificante el aporte de calor de otros elementos como neveras personales, ordenadores, etc.

El saldo térmico total en verano para los diferentes camarotes será:

Camarote capitán	1843 W
Camarote jefe máquinas	1597 W
Camarotes oficial ind.	601 W
Camarotes oficial doble	651 W
Oficina	476 W

El flujo térmico total de calor en verano será de **6420 W**

Para determinar el caudal necesario de aportación de aire en cada camarote, usaremos la formula indicada en la norma UNE EN ISO 8861 y usada en el apartado anterior para calcular el caudal de ventilación necesario para evacuar el calor de las máquinas.

$$q_{aire} = \frac{\sum \phi}{\rho \cdot c \cdot \Delta T}$$

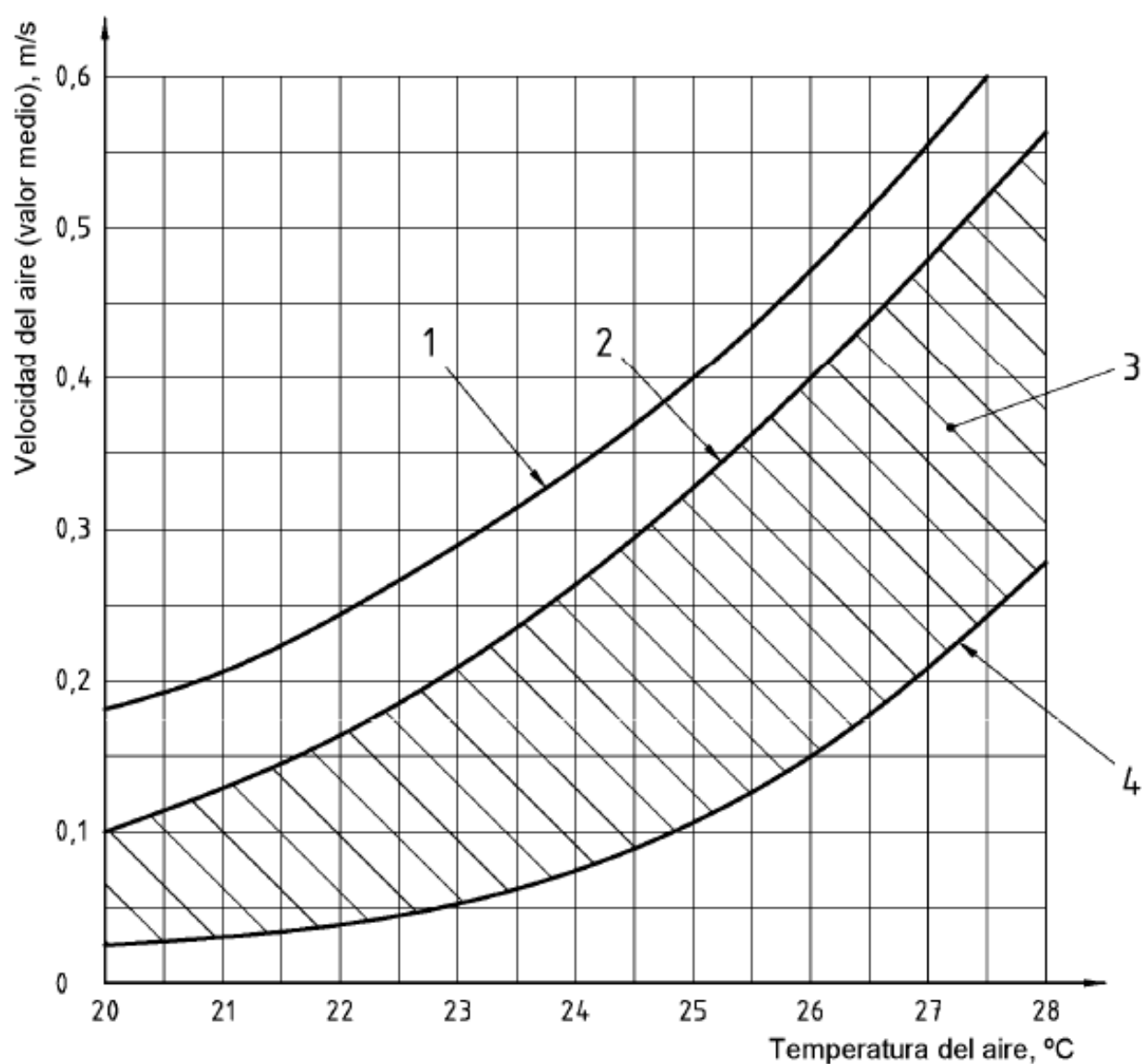
La densidad del aire es de $1,13 \text{ kg/m}^3$ y “c” $1,01 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$. La diferencia de temperatura será la máxima permitida por la norma, 23 K para invierno como calefacción y 10 K en invierno como refrigeración.

caudal aire	
<i>Camarote capitán</i>	
Φ Invierno (W)	1488
ΔT inv	23
q inv (m³/s)	56,686
Φ verano (W)	1843
ΔT ver	10
q ver (m³/s)	161,483
<i>Camarote jefe maquinas</i>	
Φ Invierno (W)	1442
ΔT inv	23
q inv (m³/s)	54,934
Φ verano (W)	1597
ΔT ver	10
q ver (m³/s)	139,928
<i>Camarote of. indv</i>	
Φ Invierno (W)	681
ΔT inv	23
q inv (m³/s)	25,943
Φ verano (W)	601
ΔT ver	10
q ver (m³/s)	52,659
<i>Camarote of. doble</i>	
Φ Invierno (W)	708
ΔT inv	23
q inv (m³/s)	26,972
Φ verano (W)	651
ΔT ver	10
q ver (m³/s)	57,040
<i>Oficina</i>	
Φ Invierno (W)	501
ΔT inv	23
q inv (m³/s)	19,086
Φ verano (W)	476
ΔT ver	10
q ver (m³/s)	41,707
q inv total	236,534234
q ver total	562,516429

La aportación de aire a los baños y sanitarios privados deberá ser un 10% superior al aire extraído de los mismos. No se tendrán en cuenta los volúmenes de armarios y muebles que puedan ocupar los espacios.

La guía para la buena práctica que ofrece la norma da algunos consejos aplicables al sistema de esta cubierta:

Los conductos estarán trazados de forma que el suministro de aire se lleve a cabo sin recirculación. La velocidad de aire de suministro se mantendrá en unos niveles adecuados al confort, como indica la norma con esta gráfica:

**Leyenda**

1 Valor superior
2 Valor medio

3 Ambiente confortable
4 Valor inferior

El sistema se dispondrá de forma que se respete la indicación de ruido máximo, 55 dB(A) a 1 m del dispositivo terminal.

Cada camarote podrá regular independientemente su temperatura mediante un panel. Se tendrá particular cuidado con los valores de humedad relativa en invierno.

12.9 Tratamiento de basuras:

A pesar de que nuestro buque no cuenta con la clasificación de *Clean Design*, dadas las exigencias de MARPOL se considera conveniente disponer de un sistema que se haga cargo de los residuos sólidos que se generan en el buque. Estos residuos pueden ser, entre otras cosas: restos de comida no triturada, papeles, trapos engrasados, envoltorios ligeros o lodos.

Este equipo ha de haber sido fabricado y cumplir estrictamente lo expuesto en la resolución MEPC.244 66 del 2014.

Los motores eléctricos con los que cuente este equipo tendrán una protección IP 44 y soportaran operación continua.

La temperatura máxima que pueden alcanzar los gases será de 1200 °C, la mínima de 850 °C para garantizar una incineración satisfactoria. Dependiendo del residuo que se quiera eliminar, será necesario alimentar la combustión con gasoil para precalentar hasta los 650 °C y alcanzar una temperatura incineradora adecuada. El residuo más exigente en este aspecto serán los lodos pesados. El incinerador se apagará automáticamente en cuanto los sensores detecten una temperatura anormalmente alta.

Por seguridad, no existirán superficies de contacto en el exterior del equipo mayores a 60 °C, y las instrucciones de uso estarán dispuestas en una placa metálica en el exterior. A ser posible, operara a presión negativa para evitar fugas de humos y residuos.

El certificado de un incinerador adecuado contendrá: la capacidad máxima en kW o kg/h, el consumo por quemador, los contenidos típicos de oxígeno y CO en los gases de combustión, y la media de residuos que

permanecen. La duración típica de la incineración variara entre las 6 y las 8 horas.

A continuación se muestran calores típicos de incineración para diferentes residuos:

Calorific values	kJ/Kg	kcal/kg
Vegetable and putrescibles	5,700	1,360
Paper	14,300	3,415
Rag	15,500	3,700
Plastics	36,000	8,600
Oil sludge	36,000	8,600
Sewage sludge	3,000	716
Densities	kg/m ³	
Paper (loose)	50	
Refuse (75% wet)	720	
Dry rubbish	110	
Scrap wood	190	
Wood sawdust	220	

El incinerador estará localizado a más de 3 metros de ventilaciones y salidas, y 5 metros de depósitos de residuos. Habrá extintores manuales en las cercanías inmediatas.

Nuestra mejor referencia para determinar las capacidades de nuestro equipo incinerador es la del equipo instalado por el Havila Commander, dado que su generación de basura ha de ser muy similar a la de nuestro buque proyecto. El equipo instalado es un TeamTec con capacidad de 500000 kcal/h para residuos sólidos, plásticos y lodos. El fabricante de dicho equipo ofrece la estimación de que cada tripulante genera 2 kg de basura solida incinerable, y un 2% del consumo del tanque de diario en lodos, de los que habría que disponer durante 8 y 12 horas. En los anexos se presenta el catalogo de este equipo.

12.10 Fondeo y amarre:

En este apartado determinaremos el equipo destinado al amarre y fondeo, de acuerdo al reglamento de DNV. La regla a seguir será la especificada en la Parte 3, Capítulo 3, Sección 3.

Esta regla es muy similar a la del resto de Sociedades de Clasificación, siendo los cálculos de este sistema bastante normalizados y estandarizados.

El equipo que sea necesario instalar y todos sus cálculos irán en función de una cifra denominada número de equipo, definida como:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2BH + 0,1A$$

Con:

Δ el desplazamiento en la línea de verano en toneladas

B la manga máxima en metros

H el francobordo en la sección media con la flotación de verano, más la suma de altura de toda caseta y tronco de estructura de anchura mayor a B/4. En metros. De acuerdo al reglamento, los mamparos que delimitan la cubierta de carga, al tener una altura de 4,75 m, superiores a 1,5m, contarán para esta cifra.

A área lateral comprendida entre la eslora reglamentaria, por encima de la línea de flotación de verano, incluyendo el área de la superestructura y de las casetas con anchura mayor a B/4, en m²

Tomaremos estos valores del cuaderno 1 y del archivo en Autocad proveniente del cuaderno 7.

$$EN = 8286^{2/3} + 2 \cdot 19,8 \cdot (1,57 + 4,75 + 11,325) + 0,1 \cdot 870 = \mathbf{1195}$$

Para este número de equipo, según la tabla para buques generales de DNV, corresponden las siguientes características:

Table C1 Equipment, general												
Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables				Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾ (guidance)		
		Number	Mass per anchor kg	Total length	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
				m	NV K1 mm	NV K2 mm	NV K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
30-49	a ₀	2	120	192.5	12.5			170	88.5	2	80	32
50-69	a	2	180	220	14	12.5		180	98.0	3	80	34
70-89	b	2	240	220	16	14		180	98.0	3	100	37
90-109	c	2	300	247.5	17.5	16		180	98.0	3	110	39
1140-1219	y	2	3540	522.5	60	52	46	200	691	4	180	270
1220-1299	z	2	3780	522.5	62	54	48	200	738	4	180	284
1300-1389	A	2	4050	522.5	64	56	50	200	786	4	180	309

- 2 anclas de 3,54 t cada una
- 522,5 m de cadena
- De entre las calidades de acero disponible, optaremos por la opción intermedia de acero de grado NV K2, con diámetro de 52 mm. Corresponderá la letra “s”.
- Líneas de remolque de 200 m mínimo y carga de rotura de 691 kN.
- 4 líneas de amarre de 180 m mínimo carga de rotura de 270 kN.

A continuación, definiremos los elementos más en detalle, comenzando por el ancla.

Observando los buques que componen nuestra base de datos, escogemos anclas de tipo SPEK que se alojan en el escoben.

El diámetro del pasador del grillete será:

$$d_s = 1,4 d_c = 72,8 \text{ mm}$$

Con d_c el diámetro de 52 mm que obtenemos de la tabla del numero de equipo.

El diámetro del grillete en si será de :

$$d_p = 1,5 d_c = 78 \text{ mm}$$

Se la someterá a un test de acuerdo al procedimiento expuesto en la norma para este tipo de anclas. Para un ancla de 3250 kg, corresponderá una carga de 532 kN.

Para dimensionar la caja de cadenas, ante la ausencia de indicación explícita en el reglamento de DNV, usaremos la fórmula del profesor Luis Carral Couce:

$$V = 0,082 \cdot d^2 \cdot L \cdot 10^{-4}$$

Con V en m³, d el diámetro obtenido por el EN en milímetros y L la longitud de cadena a estibar en metros. Al tener dos líneas, tendremos la mitad de cadena por caja.

$$V = 0,082 \cdot 52^2 \cdot 261,25 \cdot 10^{-4} = 5,79 \text{ m}^3$$

Escogemos un tipo de caja cilíndrica, que podremos descomponer en dos espacios: una zona cilíndrica de estiba V₂ y un volumen cónico superior V₁. Esto corresponde a la tendencia que la cadena tiene cuando es estibada. El volumen cónico de zona superior, necesario para un adecuado estibamiento, será:

$$V_1 = \frac{h_2}{3} \cdot \pi \cdot (l/2)^2$$

Con V₁ el volumen en m³, h₂ la altura del cono, y l el diámetro de la caja cilíndrica.

L puede hipotetizarse a partir del diámetro de la cadena.

$$l \geq 25 \cdot d$$

Con l en metros y d en m.

El diámetro mínimo será entonces de 1,3 m. Viendo los planos del Havila Commander, se aprecia que su caja de cadenas es ligeramente mayor con un diámetro de 1,58m. Como compromiso, asumiremos que el diámetro final de la caja cilíndrica sea de 1,5 m para mayor facilidad de estiba.

Las diferentes alturas del cilindro pueden descomponerse en una h₁ necesaria para la caída de la cadena y el acceso, que ronda entre los 2,8 m y los 1,5 m; una h₂ y mencionada como la altura del volumen cónico y que se puede calcular como:

$$h_2 = \frac{l}{2} \tan 30^\circ = 0,433 \text{ m}$$

Una h₃ que será la altura del cilindro de estiba:

$$h_3 = \frac{V_2}{\pi \cdot (l/2)^2}$$

Y una h_4 entre 0,6 y 0,8m para el drenaje de la cadena. Escogeremos el término medio de 0,7 m.

V_1 queda definida como:

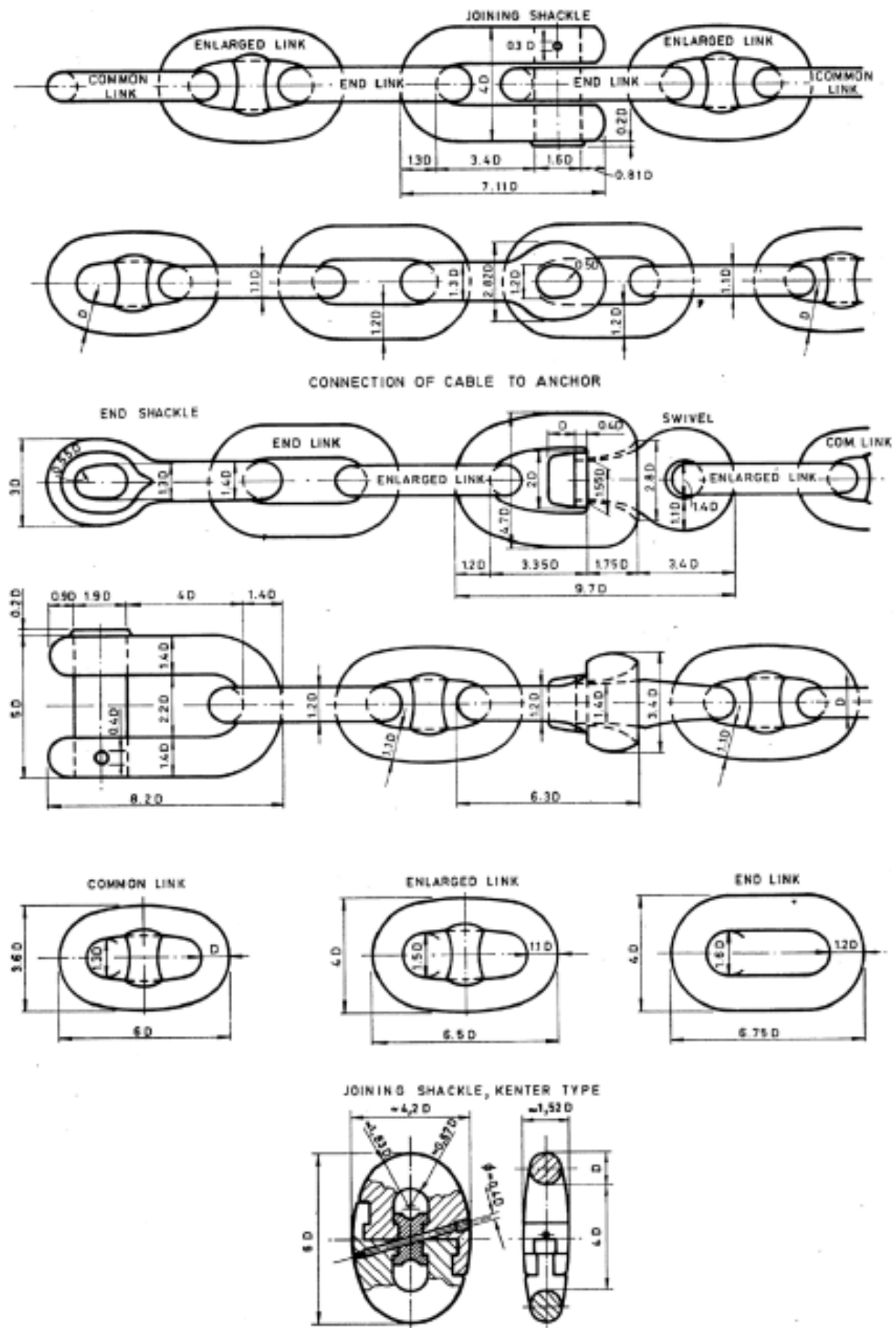
$$V_1 = \frac{0,433}{3} \cdot \pi \cdot (1,5/2)^2 = 0,255 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, restando V_1 a V , determinamos V_2 como la diferencia: 5,535 m^3 . h_3 queda finalmente determinado como 3,132 m.

Cada una de las cajas de cadenas queda definida como:

Volumen total	5,79 m^3
V_1	0,255 m^3
V_2	5,535 m^3
h_1	1,5 m
h_2	0,433 m
h_3	3,132 m
h_4	0,7 m
l	1,5 m

La propia cadena cumplirá con las siguientes dimensiones estandarizadas:



Nuestras cadenas deberán ser comprobadas en su totalidad con una carga de 1060 kN sin sufrir desperfecto, y se habrá de ejecutar un ensayo de rotura con carga superior a 1480 kN en 25 eslabones. La tolerancia de fabricación es de $\pm 2,5\%$.

A la hora de calcular la potencia del molinete que opere el ancla, los apuntes del profesor Luis carral establecen que hay tres potencias a considerar: la media, la instantánea y la de desanclar. De estas tres, el molinete estará dimensionado para ejercer la más demandante.

La potencia media:

$$P = \frac{6,5 \cdot d_c^2 \cdot V_s \cdot k}{4500 \cdot \eta_m} \text{ (CV)}$$

Con d_c el diámetro de la cadena en milímetros, 52 mm.

V_s la velocidad de izada, que ronda los 9 y 11 m/s. Como término medio, se fija en 10 m/s.

K coeficiente corrector para molinetes monoancla por valor de 0,91

η_m rendimiento del molinete que se estima en 0,6.

$$P = \frac{6,5 \cdot 52^2 \cdot 10 \cdot 0,91}{4500 \cdot 0,6} = 59,238 \text{ CV} = 44,17 \text{ kW}$$

La potencia instantánea:

$$P = \frac{0,87 \cdot (P_a + 0,02 \cdot d_c^2 \cdot L) \cdot V_s}{4500 \cdot \eta_m \cdot \eta_e} \text{ (CV)}$$

Con P_a el peso del ancla en kg = 3540.

L longitud de la cadena en metros, 261,25m.

η_e rendimiento del escoben que se estima en 0,6.

$$P = \frac{0,87 \cdot (3540 + 0,02 \cdot 52^2 \cdot 261,25) \cdot 10}{4500 \cdot 0,6 \cdot 0,6} = 94,89 \text{ CV} = 70,76 \text{ kW}$$

La potencia para desanclar:

$$P = \frac{(2,1 \cdot P_a + 0,02 \cdot d_c^2 \cdot L) \cdot V_s}{4500 \cdot \eta_m \cdot \eta_e} (CV)$$

$$P = \frac{(2,1 \cdot 3540 + 0,002 \cdot 52^2 \cdot 261,25) \cdot 10}{4500 \cdot 0,6 \cdot 0,6} = 133,1 CV = 99,25 kW$$

Por tanto, la potencia del molinete será, redondeando, de **100 kW**.

En cuanto a las líneas de amarre, según nuestro numero de equipo, se instalaran 4 líneas de 180 metros con una carga de rotura mínima de 270 kN.

Según los apuntes del profesor Luis Carral Couce, la potencia individual necesaria para los cabestrantes puede aproximarse como:

$$P = \frac{0,23 \cdot T \cdot V_s}{\eta_t} (CV)$$

Asumiendo el término 5 toneladas de carga en las estachas y un equipamiento que permita dos velocidades, 20 y 30 metros por minuto, 30 la más detrimental. El rendimiento se aproximará a 0,5.

$$P = \frac{0,23 \cdot 5 \cdot 30}{0,5} = 69 CV = 50,8 kW$$

Esta maquinaria dispondrá de un freno que pueda mantener la tensión al 80% de la rotura de la primera capa, con un trinquete u otra forma de bloqueo positivo. La tensión debería poder irse liberando de forma controlada. La tensión máxima que pueda ejercer la maquina sobre la estacha cuando cobra estará entre el 22% y el 33% de la carga de rotura. Cuando larga estará entre el 105% y el 150% de la tensión de cobro. Habrá 4, 2 en el castillo y otros dos en unos pequeños locales a resguardo a ambas bandas en la popa.

Con el requisito de tener una carga de rotura mínima de 270 kN, consultamos la oferta del mercado, y hallamos una estacha de Acustel por el fabricante Rtrillo con una carga de 274 kN y un peso de 79,1 kg por 100 metros de estacha. Su diámetro es de 40 mm.

Con este diámetro, podremos hacernos una idea de las dimensiones de los elementos para una adecuada operación de amarre y vida útil de los diferentes elementos.

El diámetro de la garganta cabirón del cabestrante será mayor a diez veces el diámetro de la estacha, 400 mm. El del propio cabirón:

$$D(mm) = 100 \cdot T^{0,75} + 100 = 434 \text{ mm}$$

Por último, haremos una estimación de las dimensiones de los carreteles necesarios para estibar las líneas.

El diámetro interior será diecisiete veces mayor al diámetro de la línea, 680mm. El exterior será tres veces superior al interior, 2040 mm.

Si escogemos instalar un carretel que tenga una ayuda a la estibación del cable, la anchura necesaria para arrollar la estacha será de:

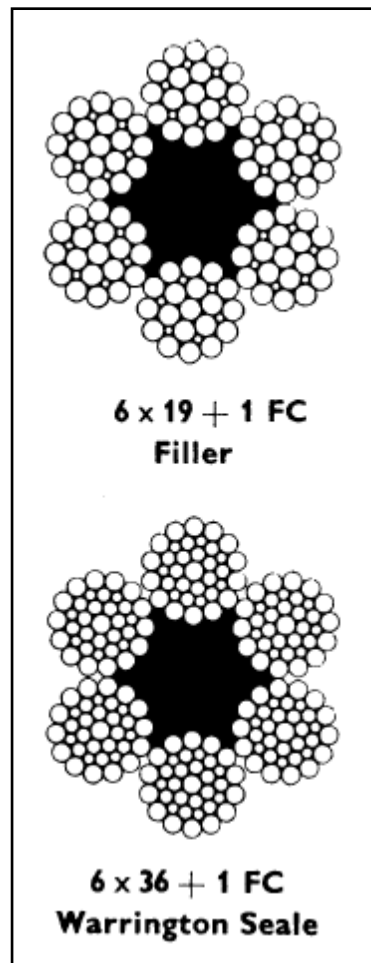
$$l(cm) = L \frac{d_c^2}{(D_e^2 - d_i^2)}$$

Con L la longitud de estacha a estibar en metros, d_c el diámetro de la estacha y D_e y d_i los diámetros del carretel, todos en milímetros.

Tendremos cuatro carreteles en total, 180m para cada uno.

$$l = 1300 \cdot 180 \cdot \frac{40^2}{(2040^2 - 680^2)} = 101 \text{ cm}$$

La línea de remolque tendrá una longitud mínima de 200 m y una carga mínima de rotura de 691 kN. Con esta cifra, atendiendo a la normativa de DNV, resulta aceptable un cable con núcleo de fibra sintética con una configuración de 6x16 o 6x36, y un acero de característica de 1770N/mm²



12.11 Salvamento:

Los sistemas de salvamento y rescate no solo son una obligación por parte del SOLAS, son también un servicio esencial que permite garantizar una mayor seguridad de la tripulación y eventuales buques cercanos en situaciones desafortunadas.

Seguiremos lo expuesto en el capítulo III del SOLAS.

Habrà tres aparatos de comunicación radiofónica bidireccionales, junto con un transpondedor de radar. Habrà al menos 12 cohetes bengala con paracaídas.

Existirá un sistema de comunicación de emergencia, cuya alimentación esté garantizada por un grupo de baterías, junto con un sistema de alarma acústica y luminosa eficaz.

Como dispositivos individuales del buque, cumpliremos con lo siguiente:

8 aros salvavidas reglamentarios, de los cuales al menos uno a cada banda debe contar con rabiza. 4 contarán con luces automáticas. 2 con señales fumígenas de uso marino. Podrán soltarse rápidamente desde el puente de navegación.

30 chalecos, uno por tripulante, en los pertinentes camarotes. A mayores, 5 chalecos adicionales en cámara de máquinas, otro 5 en el puente de gobierno y unos 15 de reserva en un pañol de la cubierta principal.

30 trajes de inmersión, uno por tripulante.

A cada banda habrá estibadas balsas con capacidad para el 150% de la tripulación. Por ello, se estibarán dos balsas con capacidad para 25 personas, con sus adecuadas zafas hidrostáticas y provisiones de emergencia. Escogeremos productos del fabricante Ausmar.

Es necesario contar con una embarcación de rescate recortable motorizada, que estibaremos con su pescante en la banda de babor. Será capaz de llevar una escuadra de rescate de tres personas así como de alojar al menos a tres naufragos. Optaremos por una Duarry 420 con motor fueraborda.

Todos estos medios contarán con unas instrucciones simples y graficas dispuestas junto a ellos, de forma que incluso una persona inexperta pueda seguir el procedimiento y usarlos. La tripulación estará entrenada en su uso, y se someterán a mantenimiento y revisiones semanales.

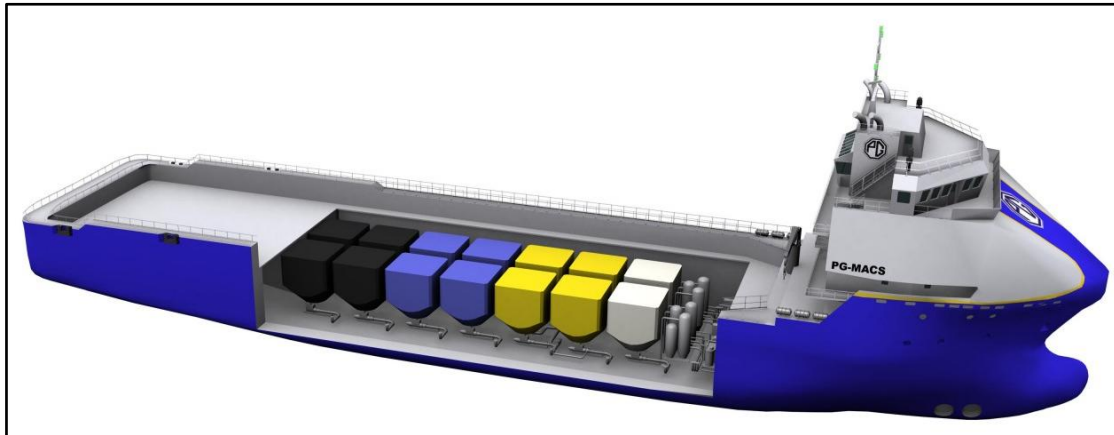
12.12 Medios de C/D:

Este tipo de buques presenta la particularidad de necesitar llevar una gran variedad de cargas a granel diferentes, necesarias para el funcionamiento de las plataformas. Las cargas más típicas son salmuera, combustible, lodos de perforación, agua (incorporada en el lastre), cementos y sólidos a granel, o posible recuperación de vertidos.

La proporción exacta dedicada a cada producto responde a una demanda específica de las necesidades de las plataformas a las que suministra el

PSV. En esta etapa desconocemos la asignación exacta de la carga, así que con objeto de dimensionar un plausible sistema de C/D tomaremos como ejemplo la disposición de la carga del Havila Commander.

El espacio destinado a carga, junto con los tanques destinados a cada producto, suele tener esta disposición ejemplificada por un PSV Farstad:



Cada línea de producto, con su correspondiente bomba, estará comunicada a los manifolds de carga, uno a cada banda. Estos manifold están ubicados en el espacio existente entre la banda y el mamparo que delimita la cubierta. De esta forma estarán debidamente protegidos contra un eventual daño mecánico. La operación se controlará en un puesto remoto de control

Se usan una serie de pequeñas cámaras que, a través de una secuencia de llenado, presurizado y vaciado, garantizaran una operación de descarga suave y continua de los gránulos sólidos y otras sustancias.

Observando las prestaciones del equipo de C/D del Havila Charisma, podemos hacernos una idea precisa de los requerimientos de operación para entregar la carga a lo alto de la plataforma. Adicionalmente, este buque tiene una capacidad de carga casi idéntica a la del presente proyecto y un tiempo, con lo que se le considera un símil adecuado y referente a nuestras necesidades:

DISCHARGE RATES	
Fuel Oil	2 x spindle Screw 0-200 m ³ /h – 9 bar
Liquid Mud	2 x Ecc. Screw 0-100 m ³ /h – 24 bar
Brine	2 x Ecc. Screw 0-100 m ³ /h – 24 bar
Mineral oil	1 x spindle Screw 0-100 m ³ /h – 9 bar
Pot.water	2 x Spindle Screw 0-200 m ³ /h – 9 bar
Drillwater/ballast	2 x Spindle Screw 0-200 m ³ /h – 9 bar
Methanol	2 x Centrifugal hydr. Driven 0-75 m ³ /h – 9 bar
Special Product	4 x 2-Screw pump hydr. Driven "heavy duty" – 0- 75 m ³ /h – 9 bar sg 1.2
Slop	1 x Ecc. Screw 0-15 m ³ /h – 12 bar
Cement / Barite	2 x Screw Comp. 25 m ³ /min – 5.6 bar with 1 x external dryer on each comp. 2 x Cyclone 2 x Dust Collector

CARGO MANIFOLDS	
Manifolds midships inside starboard and port cargo rail.	
And inside aft starboard and port cargo rail.	
Brine,Mud og Baseoil	Mann-Tek 4"NPT Viton WP – 25 bar
Fuel	Mann-Tek 4"NPT Alu/Viton – 16 bar
Fw, Dw	Anson 4"Female Sub
LFL	Mann-Tek 4" SS NPT Viton WP25Bar with Breakaway 52 KN

Para el Fuel Oil, debe considerarse a mayores la necesidad de suministrar una debida calefacción que permita la manipulación del producto.

Ciñéndonos al dato ofrecido de un caudal de 200 m³/h , 9 bares de presión y una densidad media del Fuel Oil de 0,95 kg/l y a un rendimiento de este tipo de bombas de 0,6 el consumo eléctrico unitario de las bombas será:

$$P(W) = \frac{\frac{200 \text{ m}^3/h}{3600} \cdot 90 \text{ m} \cdot 950 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,6} = 77\,636 \text{ W}$$

Y si seguimos la indicación acerca de la potencia calefactora para los tanques de fuel pesado ofrecida en la NOFO 2009:

$$\phi = \frac{V \cdot \rho \cdot C_e \cdot (T_f - T_i)}{t} = \frac{711 \text{ m}^3 \cdot 950 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,45 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \cdot (50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})}{10 \text{ horas}} = 455.929 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 530 \text{ kW}$$

La referencia del volumen máximo se toma de la capacidad de carga del Havila Charisma. Esta calefacción puede llevarse a cabo a través de un calentador de aceite bajo los tanques.

Dado que tenemos dos bombas y la calefacción, el consumo total para el servicio de descarga de Fuel Oil será de **685 kW**.

Para el caso del metanol, se utilizaran dos bombas centrifugas para productos químicos. El caudal de cada una será de 75 m³/h, la presión de 9 bares. La densidad típica del metanol es de 0,792 kg/ m³. Asumimos un valor de rendimiento más elevado que de las bombas anteriores, de 0,7. Por tanto, la potencia de las bombas dedicadas a esta línea es de:

$$P(W) = \frac{\frac{75 \text{ m}^3/h}{3600} \cdot 90 \text{ m} \cdot 792 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,7} = 20\,804 \text{ W}$$

Con un total de **41, 608 kW**.

Para la salmuera, utilizaremos dos bombas de tornillo de 100 m³/h capaces de alcanzar los 24 bares. La bomba tendrá un tratamiento similar a las de agua salada típicas para evitar la corrosión. Estimaremos el rendimiento en 0,75 y la densidad de la salmuera en una media de 1,35 kg/litro.


$$P(W) = \frac{\frac{100 \text{ m}^3/h}{3600} \cdot 240 \text{ m} \cdot 1350 \text{ kg/m}^3 \cdot g}{0,75} = 117\,680 \text{ W}$$

Con un total de **235 kW**.

El servicio del lodo de perforación es muy similar en requerimientos al de salmuera, pero contará además con un medio de licuefacción mecánica del producto para permitir su bombeo. Este lodo suele tener unas características bastante específicas a la plataforma/compañía a la que se suministre, suponiendo un importante coste en la explotación petrolífera. Al carecer de datos de la composición, asumiremos el mismo consumo eléctrico que para las bombas de salmuera, ya que las bombas son de características idénticas. Existirán 4 bombas, que equivale a **470 kW**.

Para el resto de carga seca, cemento o barita, se usan bombas específicas a este propósito. Serán compresores de tornillos, con filtros y medios de licuefacción mecánica que puedan descargar, entre dos bombas, un caudal de 60 m³/h a 6,5 bares. Se estima que el consumo de este grupo es de **300 kW**.

Se instalarán medios para limpiar los tanques de lodo y salmuera:



Product Data Sheet
Product : Automatic Drilling
Mud Tank Cleaning System

... Tank Cleaning Technology since 1925

Automated mud tank cleaning systems dramatically reduce cleaning time and eliminate confined space entry into drilling mud tanks on Offshore Supply Vessels (OSV). These systems eliminate the need for personnel to enter the tanks for potentially hazardous manual cleaning using pressure washers and water hoses.

A Mud Tank Cleaning System typically consists of :

- Tank Cleaning Machine
- Pump Skid including:
 - Supply Pump
 - Stripping Pump
 - Controls and Valves
 - Chemical Injection System
 - Optional Heat Exchanger or Heater

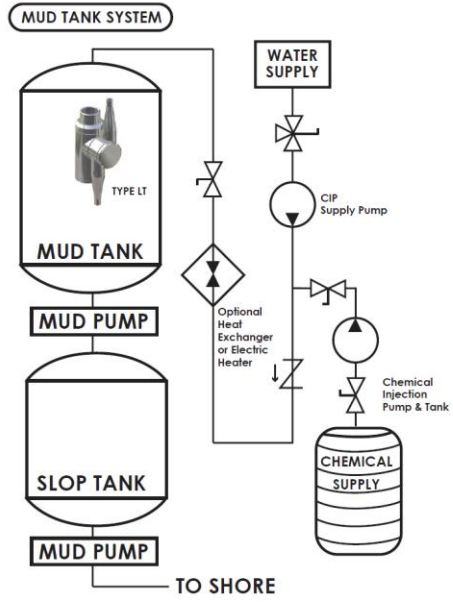
A typical cleaning Procedure for Drilling Mud will vary from Water Based on Oil Based Synthetics, but in general the procedure will consist of:

- Pre rinse
- Solutioning (when chemicals are required)
- Post Rinse

With a properly installed system and with proper operation, a typical mud tank can be cleaned in 30 minutes or less with minimal slop generation.

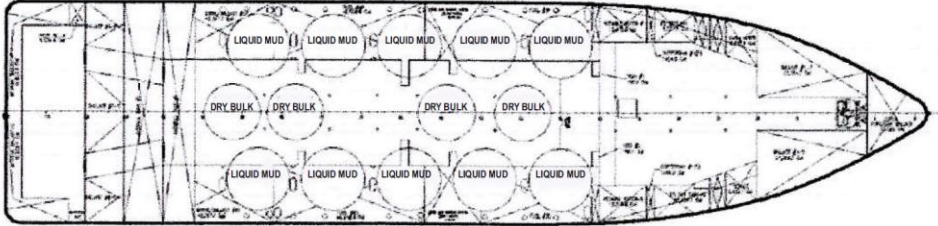
This technology also works for Mud Pit Cleaning Systems on Platform Supply Vessels (PSV) and drilling ships.

Both Mud Pit and Mud Tank Cleaning Systems are available for portable and permanent installation.



Automatic Mud Tank Cleaning System
(Custom configurations on request.
Subject to Engineering Charges)

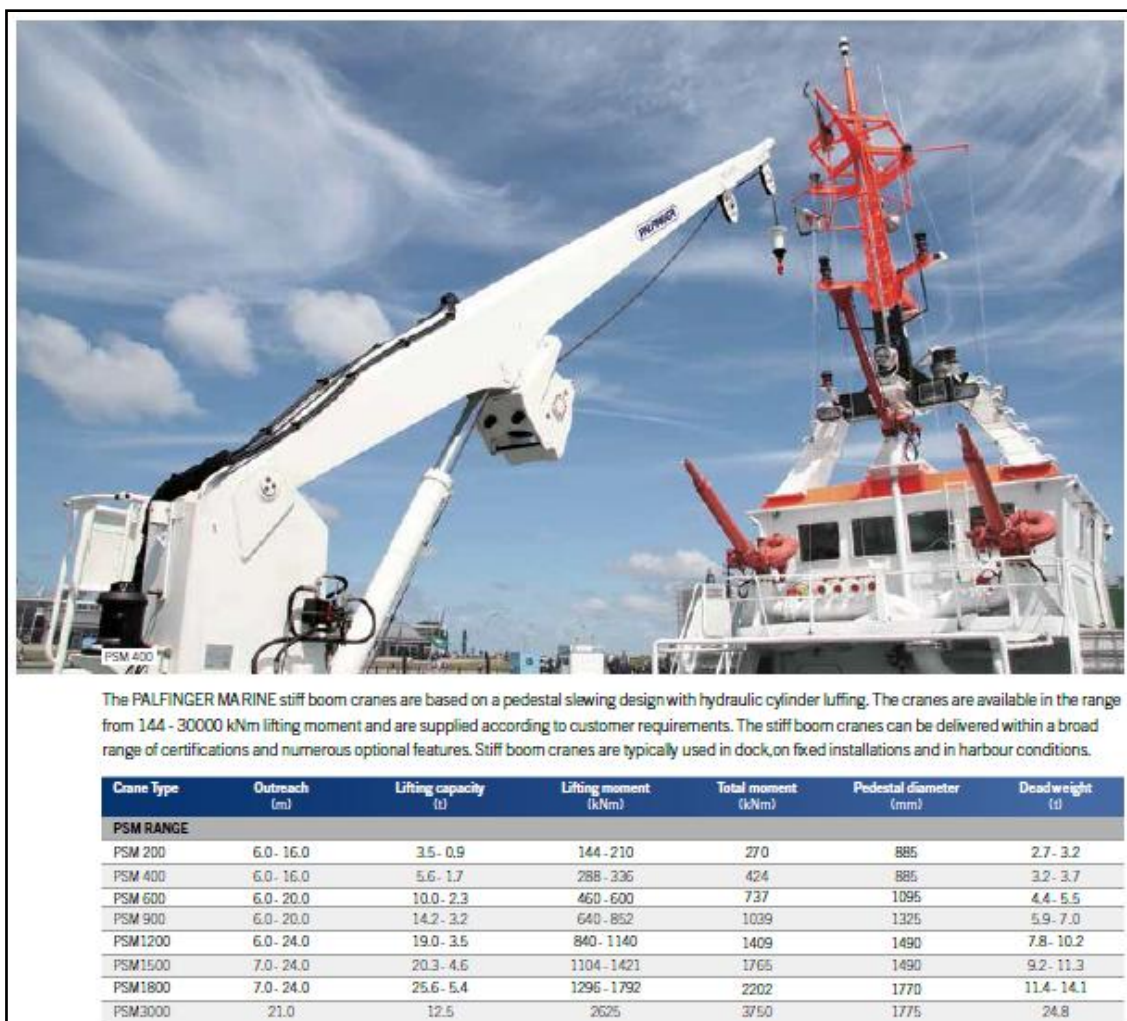
Comments.	Type LT
Application	Mud Pits and Mud Tanks (OSV and Drilling Rigs)
M.O.C.	316L S/S; PVDF; Teflon
Installation Type	Portable and Fixed
Pressure Range	0-300 PSI
Flow Range	0-230 USGPM
Temperature Range	300° F (operational)
Programmable	No
Mud Types	All



Butterworth, Inc.
16737 West Hardy Road, Houston TX 77060
Phone: 281.821.7300 • Fax: 281.821.5550 • www.butterworth.com

Butterworth

Adicionalmente, se instalan dos grúas de 5 t, una a estribor y otra a babor para ayudar con las operaciones de C/D en cubierta. Dichas gruas serán Palfinger Marine PSM 600, ya diseñadas para operaciones en buques de apoyo a Off shore



Fuente: Palfinger

12.13 Lucha contra la contaminación:

Según las exigencias de las RPAs, debe instalarse algún medio mediante el cual el buque pueda auxiliar en una operación ORO (Oil Recovery operations) de limpieza de derrame de hidrocarburos al mar.

Ejemplos comunes de sistemas para esta situación son barreras flotantes que contengan el vertido y puedan concentrarlo en un área, y una reserva de dispersante.

Se decide llevar a bordo una barrera, preferiblemente operable de forma individual, estibados en el pañol de contra maestre. El modelo RO-SWEEP, una barrera de cerco lateral, es una opción aceptable.



Ejemplo de barrera flotante

Como se ha expuesto en el apartado de C/D, los tanques de carga reservados a lodos y salmuera pueden ser usados para albergar el fuel residual recogido.

12.14 Servicios asociados al D.P.2:

El sistema de posicionamiento dinámico es un servicio muy complejo y sofisticado, compuesto por variedad de subsistemas.

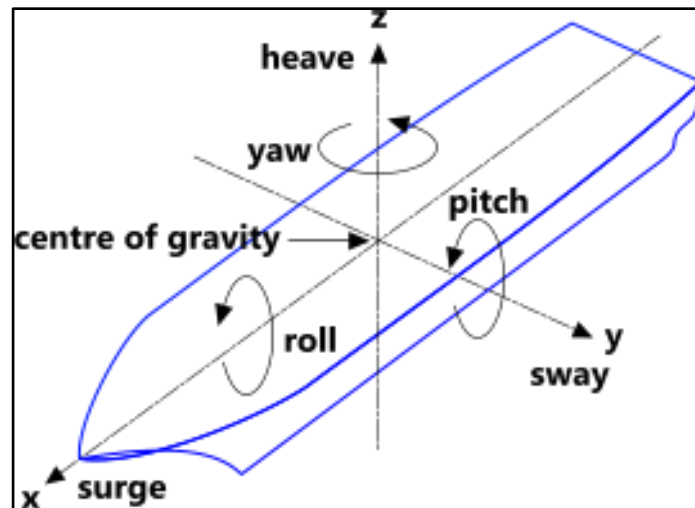
Adicionalmente a lo expuesto en el cuaderno 6 referido a la maniobrabilidad de los pods que forman la propulsión principal, y el apoyo que ofrece la hélice retráctil y las hélices de proa, este sistema esta compuesto por mucho más subsistemas de los que las hélices solo son la parte final que ejerce la fuerza.

Nuestro sistema debe clasificar para el DP2, eso conlleva la exigencia de que todos los elementos han de tener redundancia, de forma que ningún tipo de fallo único comprometa el funcionamiento del sistema.

Es también necesario un ordenador a bordo que, con auxilio de un modelo informático preciso del buque, juzgue en todo momento donde está el barco, donde debería estar, que fuerzas actúan sobre él y en qué grado corregirlas con las hélices instaladas.

Estas fuerzas incluyen ráfagas de viento repentinas, corrientes, embestidas de olas, y la propia propulsión del buque.

Para entender el posicionamiento dinámico, debe entenderse el buque a flote como un sólido con seis grados de libertad.



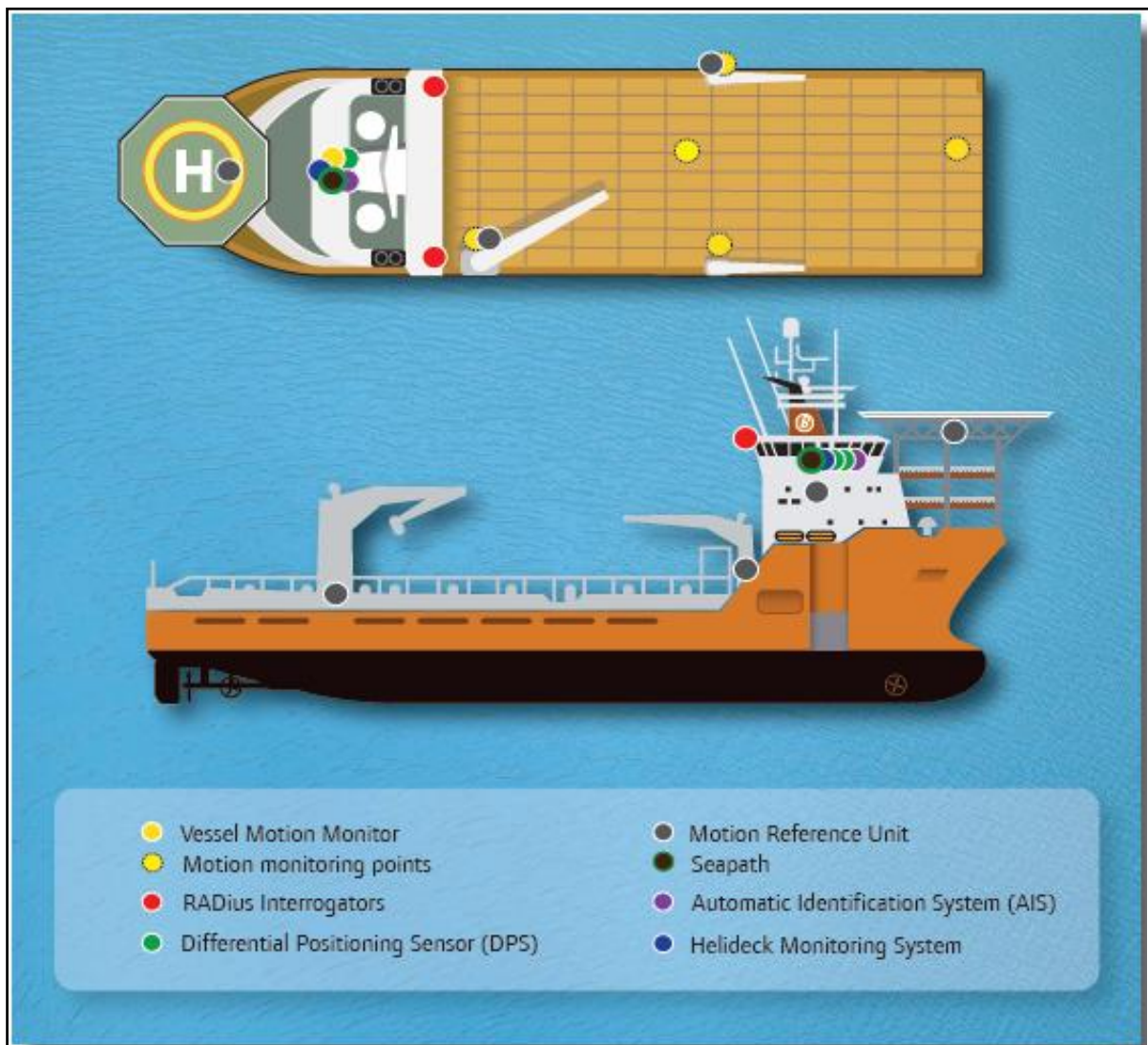
El sistema de DP ha de ser capaz de registrar e interpretar cambios de forma precisa en todas estas variables. Sin embargo, solo puede actuar sobre tres de ellas: La posición en el plano que define la superficie del mar ("surge" y "sway", mostradas como X e Y), y sobre la guiñada (representada como "yaw"). Como tal, el sistema no tiene control sobre el cabeceo ("pitch"), el balance ("roll") o la altura absoluta ("heave").

El posicionamiento dinámico tiene múltiples aplicaciones:

- Puede asegurarse de que la travesía se realice correctamente comprobando continuamente la velocidad, rumbo y desviación del buque, y aplicar las correcciones necesarias.
- Puede mantener el buque inmóvil respecto a un punto fijo, normalmente en el fondo marino
- Puede mantener su posición respecto a un punto móvil, tal como otro buque
- Optimizar el rumbo respecto a la corriente y el viento para el menos consumo.
- Posibilitar y facilitar ciertas operaciones donde no es posible dadas las condiciones en el fondo donde el uso de los sistemas de fondeo y amarre no son aplicables.

La parte de la adquisición de datos sobre la situación del buque se realizara mediante: giroscopios que lean los cambios en los seis grados de libertas, sensores que lean la distancia vertical y el sistema de referencia de posición actual. También habrá sensores que permitan medir la acción del viento. Estos sensores deberán tener en cuenta las variaciones intempestivas, tal como una ráfaga de viento repentina, y seguir funcionando de forma fiable así como corregirse en función de factores como el cabeceo. Por lo tanto, el proceso de toma de datos de los sensores para elaborar la información alimentada al ordenador deberá estar bien cuidado.

El fabricante de equipos de DP para PSVs Konsberg ilustra la disposición típica de sensores en un buque:



A reference vessel with typical configuration

Type of Vessel: OSV	DP Class: II	Operating area: World Wide
Equipment	Model	Comment
DPS Global Navigation Satellite System	DPS 232 + DPS 132	Redundant, well proven and tailored to DP operations. Utilises GPS and GLONASS.
Vessel Motion Monitor	VMM 200	Motion monitoring of any point on the vessel. A decision tool for secure and efficient operations.
RADius Relative reference system	RADius 1000D	Maintenance free and operates in all weather condiditons. License free with no moving parts.
Motion Reference Unit	MRU 2, 5, H	The de facto standard for attitude determination in the maritime market.
Helideck Monitoring System	HMS 100	Compliant to all prevailing requirements from major operators, authorities and helicopter companies.
Seapath®	Seapath 330+	High level position, heading and attitude for demanding operation in challenging environments.
Automatic Identification System	AIS 200	Mandatory in international traffic.

Entre la amplia variedad de sistemas que Konsberg ofrece, elegimos imitar los sistemas del Havila Commander.

Se optará por un sistema laser tipo Fanbeam, uno de los más sencillos pero eficaz para lograr un posicionamiento relativo, basado en la diferencia de medición de dos láseres ligeramente separados. Solo necesita un reflector instalado en el otro objeto, con un alcance de 2000 m. Sin embargo, este sistema puede ser momentáneamente engañado por objetos reflectantes.



Description

The system is primarily used to position a vessel next to a platform, jetty or other vessel. The basic system consists of a laser-scanning unit mounted on a motorised yoke that can rotate 360° at up to 50° per second. The Fanbeam®4.1 laser can measure to a range of 1,000 m to within an accuracy of ± 10 cm using a vertical 20° fan of pulsed light produced by a multiple array of semiconductor laser diodes in combination with special optics.

Pulses reflected from a retro-reflector mounted on a rig or a vessel are timed and multiplied by the speed of light to give distance. The electro-optical encoder is read at the time the reflected pulse is received to determine the bearing.

An AutoTilt mechanism incorporated into the yoke of the Fanbeam®4 allows the laser-scanning head to be adjusted by $\pm 15^\circ$ giving a total beam range of -25° to

Extracto de un catalogo de Konsberg Fanbeam Mk 4.2

Para complementar las limitaciones operacionales de un sistema láser, se instala un sistema Radascan por comunicación a través de onda continua de frecuencia modulada.

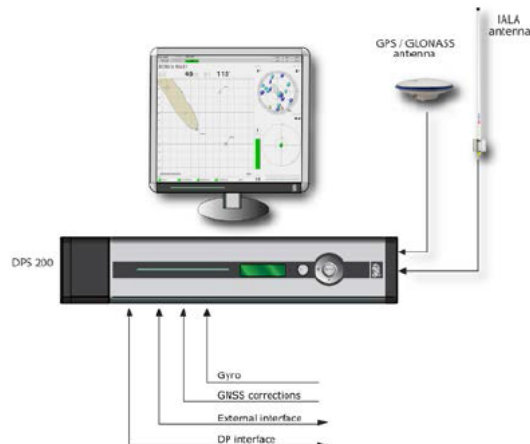
SPECIFICATIONS	
SENSOR	
Emitter Type	FMCW operating in the 9.2-9.3 GHz maritime radiolocation band
Operating Range	10 to 1000 m (depending on environmental conditions)
Range Accuracy	Better than 0.05% of operating range
Angular Repeatability	0.06° (1 mrad) at 500 m
Rotation	Uni-directional 1 Hz
Beam Shape	Divergent
Close-Range Elevation Angle	+35° @ 25 m
Temperature Control	Thermostatic heating circuit
X-Band Interaction	None with internal filter
VESSEL INTERFACE	
Power Requirement	90-264 VAC 47-63 Hz
I/O	Sensor to control console – ethernet sensor to DP – RS422 9600 baud, ethernet
Data Formats	Compatible with all DP and other vessel control systems using standard or customized message types
CONTROL & DATA DISPLAY	
Operating System	PC – Windows® XP Pro embedded
Software	Dedicated real-time interactive
Hardware Options	- Compact marine standard PC module + 15" TFT monitor - Hatteland type approved integrated PC/TFT screen
ENVIRONMENTAL	
Operating Temperature	-25 to 55°C
Water and Dust Protection	Standard
EMC	CE certified
MECHANICAL	
Enclosure	Radome on anodized alloy base
Dimensions	1200 mm (Ø), 920 mm (h)
Weight	118 kg
Mounting	Securing bolt holes in base
TARGET	
Type	Self-contained retro-reflective target
Identification Codes	10,000 unique reflector IDs
Environmental Use	ATEX certified
Azimuth Response	±85° @ <100 m, ±45° @ <500 m
Elevation Response	±35°
Power	Mains powered or non-wired with internal battery pack
Battery Life	10 months' continuous use
Dimensions (w x h x d)	360 mm x 600 mm x 170 mm
Weight	18 kg

*Marine Technologies, LLC reserves the right to alter or amend the published specifications without notice.

Se instalará un sistema Konsberg DPS 200, que incorpora un sistema GPS corregido para posicionamiento dinámico y GLONASS, red mantenida por los rusos.

FEATURES DPS 200

- Combined GPS L1, GLONASS L1 and SBAS receiver
- On-line monitoring and display of QC data
- Easy-to-use HMI tailored to safety critical DP operations
- Interface to heading sensors
- Lever arm compensation
- Automatic data recording with replay functionality
- Skyplot with satellite prediction and shadow sectors
- Target monitoring
- Speed view
- Electronic bearing line (EBL)
- Electronic chart/seabed maps
- AIS Interface
- Audible and visual alarms
- UKOOA compliant



TECHNICAL SPECIFICATIONS

PERFORMANCE

DGPS/DGLONASS accuracy	< 1 m, 95 % CEP
SBAS accuracy	< 1 m, 95 % CEP
Velocity accuracy	< 0.05 m/s, 95 % CEP
Output rate	1 Hz

All accuracy specifications are based on real-life tests conducted in the North Sea under various conditions. Operation in other locations under different conditions may produce different results.

INTERFACES

Serial ports	8 isolated ports, 6 configurable between RS-232 and RS-422
Ethernet/LAN	4
USB	3

DATA OUTPUTS

Message formats	NMEA 0183 v. 3.0, Proprietary
Message types	ABBDP, DPGGA, DTM, GBS, GGA, GLL, GNS, GRS, GSA, GST, GSV, RMC, VBW, VTG, ZDA

DATA INPUTS

DGPS/DGLONASS corrections	RTCM-SC104 ver. 2.2, 2.3, 3.0 and 3.1
Gyro compass	NMEA 0183 HEHDT, HEHRC and Robertson LR22 BCD format

WEIGHT AND DIMENSIONS

DPS 200 unit	5.4 kg, 89 x 485 x 357 mm
GNSS antenna	0.425 kg, 78.7 x 177.6 mm
IALA beacon antenna	0.9 kg, 1100 mm

Specifications subject to change without any further notice.

POWER

DPS 200 unit	100 - 240 V AC, 50/60 Hz, max 60 W
GNSS antenna	5 V DC from processing unit
IALA beacon antenna	10.2 V DC from processing unit

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Operating temperature range

DPS 200 unit	-15 to +55 °C (*)
GNSS antenna	-40 to +70 °C
IALA beacon antenna	-55 to +55 °C
(*) Recommended +5 to +40 °C	

Humidity

DPS 200 unit	Max. 95 % non-condensing
GNSS antenna	Hermetically sealed
IALA beacon antenna	Hermetically sealed

Mechanical

Vibration	IEC 60945/EN 60945
-----------	--------------------

Electromagnetic compatibility

Compliance to EMCD, immunity/emission	IEC 60945/EN 60945
---------------------------------------	--------------------

PRODUCT SAFETY

Compliance to LVD, standard used	IEC 60950-1/EN 60950-1
----------------------------------	------------------------

Como sensor de viento, escogeremos el de Konsberg:

DIMENSIONS	
Size	405mm x 210mm
Weight	1.5kg
MEASUREMENT	
Output	1Hz, 4Hz, 10Hz
Parameters	UV, Polar, NMEA, Tunnel
Units	m/s, Knots, MPH, KPH ft/min
Averaging	Flexible 1-3600 seconds
WIND SPEED	
Range	0 - 65 m/s (0 - 145mph)
Starting Threshold	0.01 m/s
Accuracy	2%
Resolution	0.01 m/s
Offset	± 0.01 m/s
DIRECTION	
Range	0 - 359°
Dead Band Direction	None
Accuracy	± 2°
Resolution	1°
SONIC TEMPERATURE	
Range	-40°C to + 70°C (refer to user manual)
DIGITAL OUTPUT	
Communication	RS422, full duplex
Baud Rates	1200 2400 4800 9600 19200 38400
Formats	8 data, odd, even or no parity
Anemometer Status	Supplied as part of standard message
ANALOGUE OUTPUT - OPTIONAL	
Quantity	3 (speed, direction, status or sonic temp)
Scale	Multiples of ±10 m/s up to 70 m/s
Type	± 2.5V, 0 - 5V or 4 - 20mA
V output resistance	60 Ohms
4 - 20mA loading	10 - 300 Ohms
MATERIALS	
External Construction	Stainless Steel 316
ENVIRONMENTAL	
Moisture Protection	IP66 (NEMA4X)
Operating Temperature	-55°C to +70°C
Humidity	5% to 100% RH
Precipitation	300mm/hr
EMC	EN 61000-6-2 : 2001 EN 61000-6-3 : 2001
Icing	MILSTD883C Method 521.1 Procedure I
MISC	
Standards	Traceable to NAMAS standards
Site Calibration	None Required
	Integrity Check Unit (Zero Wind) supplied as optional extra
POWER REQUIREMENT	
Anemometer only	9-30 V DC (40mA @ 12 V DC)
Heating Optional	3A @24V AC or DC

Incorporaremos un sensor de balance y cabeceo así como un sensor de movimiento, también por Konsberg:

FEATURES MRU 2

- Outputs high accuracy roll and pitch measurements
- Suppression of horizontal acceleration when mounted off the vessel Center of Gravity (CG)
- Outputs on RS-232, RS-422 and Ethernet
- High output data rate (200 Hz)
- High reliability and no mechanical wear-out parts
- Small size, light weight and low power consumption
- Each MRU delivered with Calibration Certificate
- Selectable communication protocols in the Windows based MRU configuration software
- 2-year warranty



TECHNICAL SPECIFICATIONS

ROLL AND PITCH OUTPUT

Angular orientation range	$\pm 25^\circ$
Angular rate range	$\pm 100^\circ/\text{s}$
Resolution roll, pitch	0.001°
Angular rate noise	$0.1^\circ/\text{s RMS}$
Static ²⁾ accuracy	0.08° RMS
Dynamic ¹⁾ accuracy (for a $\pm 5^\circ$ amplitude)	0.1° RMS
Scale factor error	$0.5 \% \text{ RMS}$

SURGE AND SWAY ACCELERATION OUTPUT

Acceleration range	$\pm 30 \text{ m/s}^2$
Acceleration noise ²⁾	$0.002 \text{ m/s}^2 \text{ RMS}$
Acceleration accuracy	$0.01 \text{ m/s}^2 \text{ RMS}$

ELECTRICAL

Power requirements	10 to 36 V DC, max. 4.9 W
Serial ports:	
Com1	Bidirectional RS-422
Com2	Bidirectional RS-422 from junction box, user configurable RS-232, RS-422
Com3 & Com4	Input only, user configurable RS-232, RS-422
Analog channels (junction box)	# 4, $\pm 10 \text{ V}$, 14 bit resolution
Ethernet ports	Three output and one input
Ethernet UDP/IP	10/100 Mbps
Digital output variables	24 (max), serial or Ethernet
Output data rate (max)	200 Hz
Timing	<1 ms

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Temperature range	-5°C to $+55^\circ \text{C}$
Humidity range, electronics	Sealed, no limit
Enclosure protection	IP-68
Vibration	IEC 60945/EN 60945

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Compliance to EMC, immunity/emission	IEC 60945/EN 60945
--------------------------------------	--------------------

OTHER DATA

MTBF (computed)	50000 h
Housing dimensions	$\varnothing 105 \times 140 \text{ mm}$ (4.134" x 5.525")
Material	Anodised aluminium
Weight	2.4 kg
Connector	Souriau 851-36RG 16-26S50

1) When the MRU is exposed to a combined two-axes sinusoidal angular motion with 10 minutes duration.

2) When the MRU is stationary over a 30-minute period.

Adicionalmente, contaremos con un sistema de posicionamiento acústico. Este sistema usa el rebote de sonido en el fondo marino para referenciar la posición del buque.

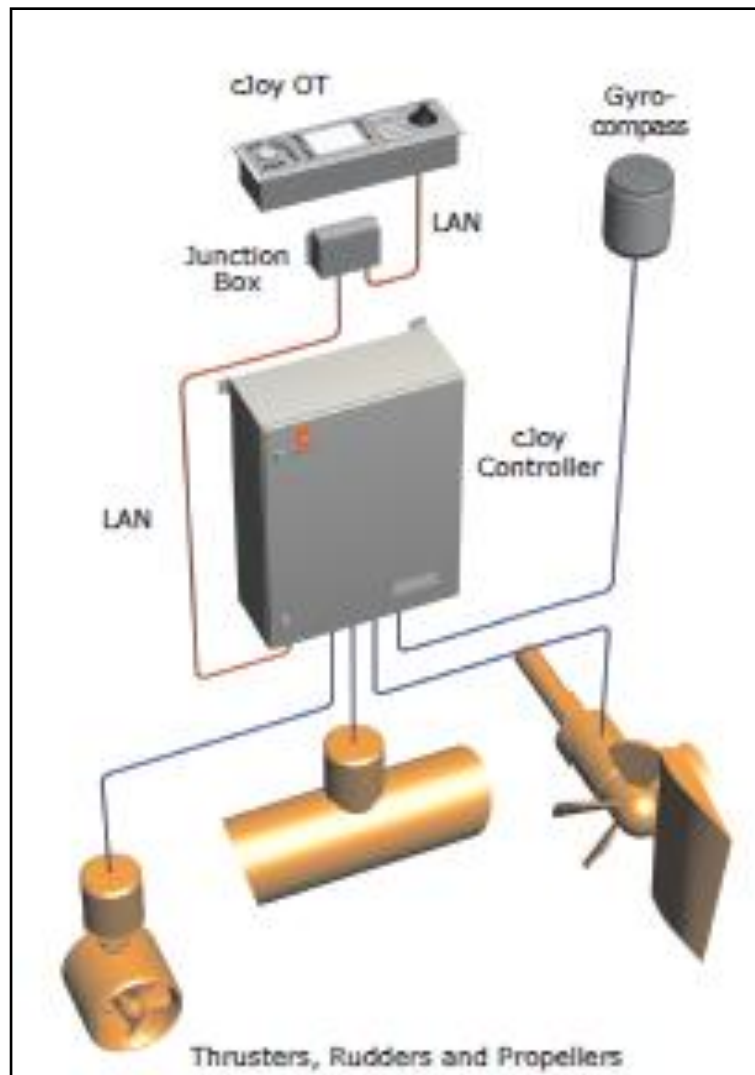
Se escoge la serie Hipap de Konsberg

A mayores, se considera práctico y conveniente instalar un pequeño circuito cerrado de cámaras de video que cubra los puntos ciegos de la nave que pueda tener la visión del operador en puente. De esta forma, ya a pesar de la alta visibilidad que se le asigna al diseño del puente de gobierno, nos aseguraremos de que el operador cuente inmediatamente con la información pertinente para evitar incidentes.

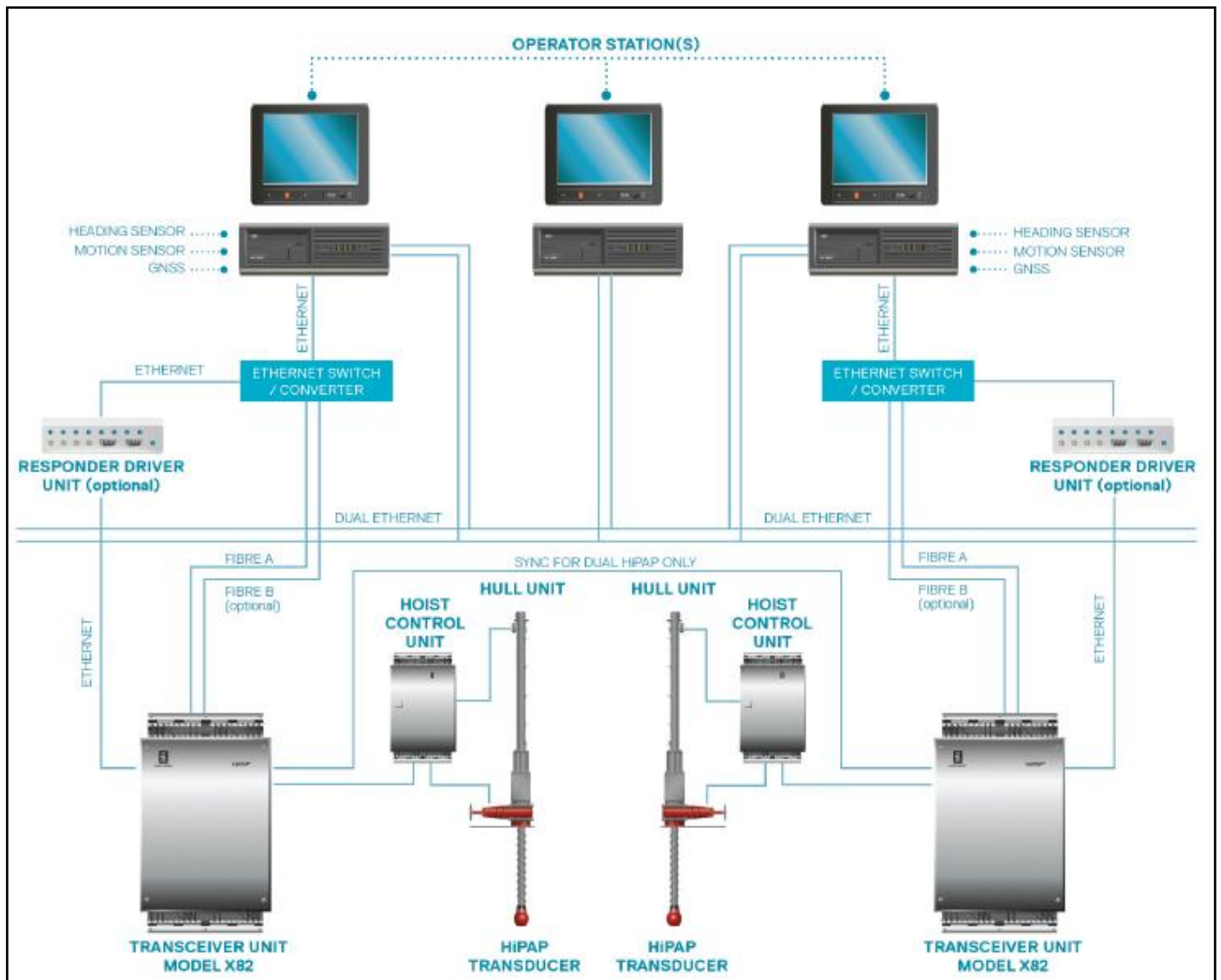
Todos estos elementos formaran la parte de sensores del sistema de posicionamiento dinámico.

La parte de control estará formada por los servidores que proporcionen la comunicación necesaria para todos los elementos, un ordenador convencional que contenga el modelo matemático del buque y pueda interpretar como las fuerzas percibidas por los sensores afectan al buque, así como calcular las acciones a aplicar con el sistema propulsivo para compensarlos.

Este sistema de control, así como el control simplificado del buque está asociado a un panel de operación. Escogeremos el C-joy con joystick de Konsberg. Esto sistemas también estarán referenciados con el puente.



A continuación se dispone un ejemplo de la comunicación del sistema:



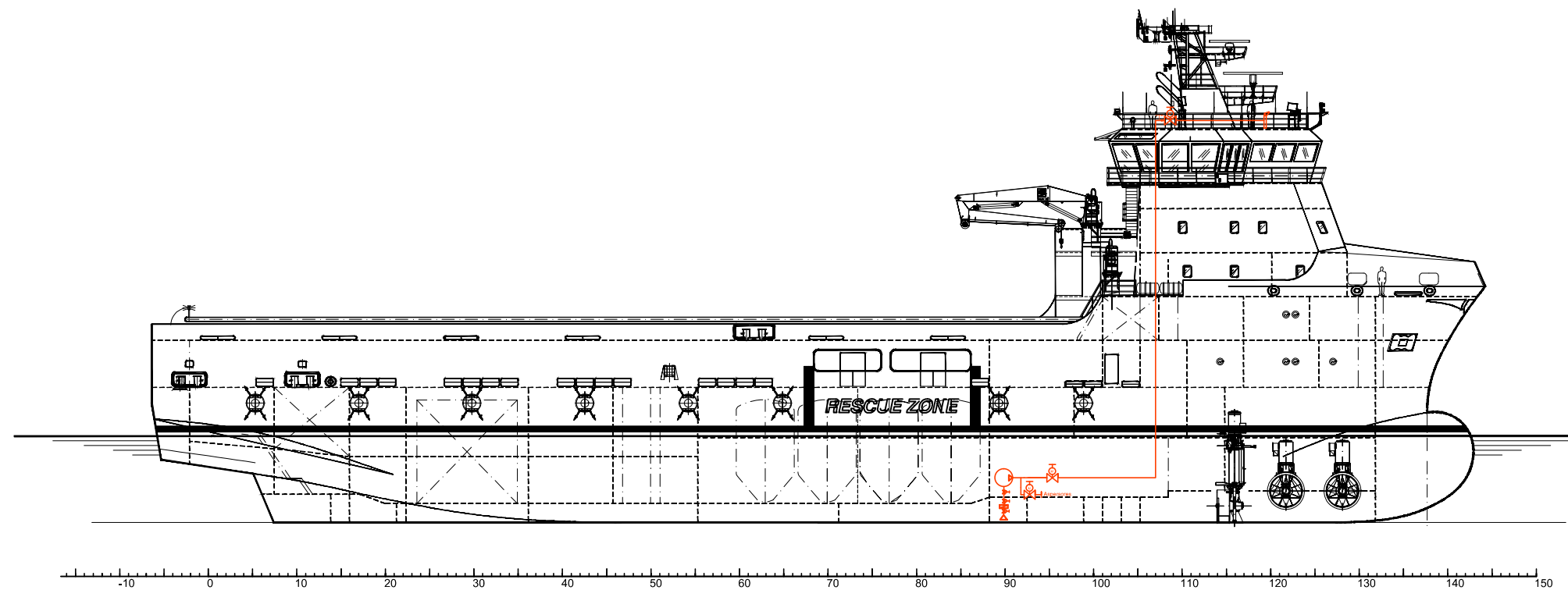
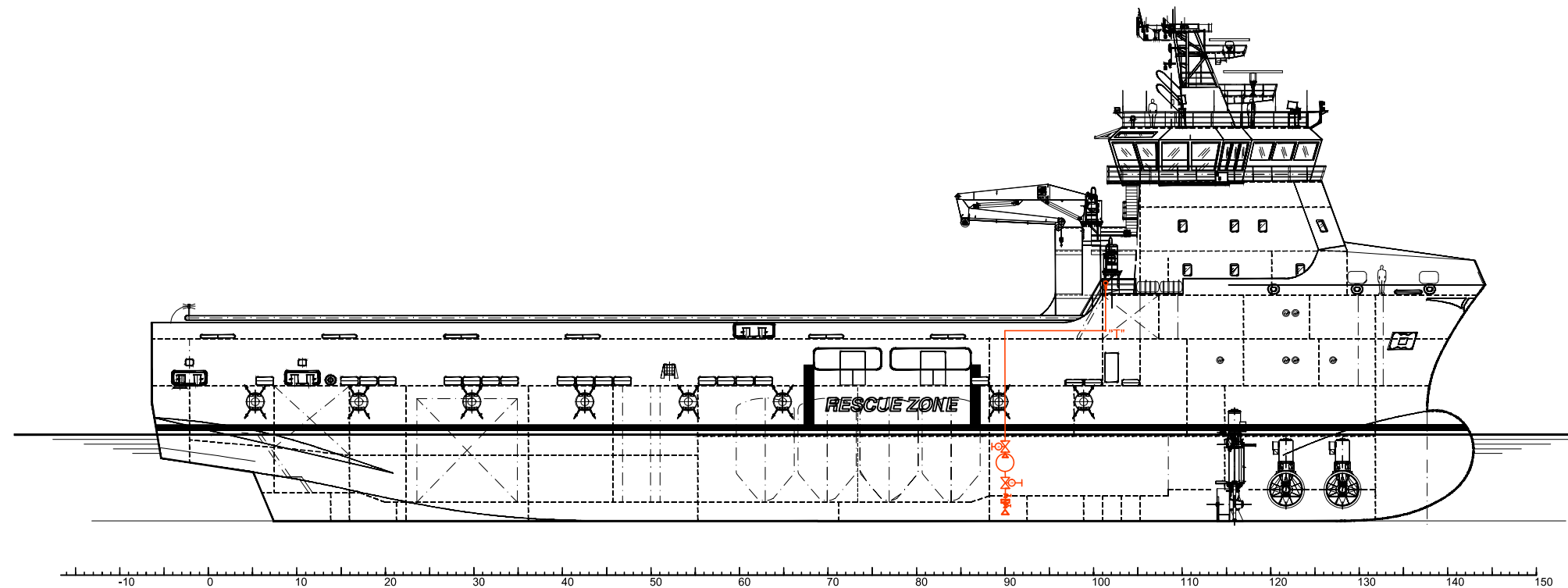
Bibliografía:

1. **DNV:** *Rules for classification of Ships* 2011-2013
2. **DNV:** *Type approval certificates* (Sistemas de agua nebulizada)
3. **SOLAS**
4. **MARPOL**
5. **Ian Burch:** *Water mist for Ship Machinery Spaces*. Maritime Platforms Division Defence Science and Technology Organisation of Australia 2006
6. **IMO:** *Revised Guidelines for the approval of equivalent water-based fire-extinguishing Systems for machinery spaces and cargo pump-rooms*. Circular 1165 de Junio del 2005
7. **Jason engineering:** *Catálogos y folletos*
8. **InnoV.foam:** *Catálogos y folletos*
9. **Hi Fog:** *Catálogos y folletos*
10. **Hi Fog:** *Aplicaciones marinas*. Marioff
11. **NFPA:** *Standard on Water Mist Fire Protection Time*. 2003
12. **Azcue:** *Catálogos de bombas*.
13. **Itur:** *Catálogos de bombas*.
14. **Kral:** *Catálogos de bombas*.
15. **Sodeca:** *Catálogos de ventiladores*.
16. **Teamtec:** *Catálogos de incineradores*.
17. **Normas UNE-EN-ISO 15748 ; UNE-EN-ISO 8861 ; UNE-EN-ISO 7457; UNE-EN-ISO 15749**
18. **IMO MEPC.2 VI**
19. **MEPC.244 66** Año 2014
20. **Luis Carral Couce:** *Apuntes y material didáctico*.
21. **Carles Llorenç. Conti Mayans, Vicente Díaz Casas:** *PSV VESSEL Supply. Apoyo y reparación en plataformas 5.500 TPM* TFG 2014.
22. **Manuel Rodrigo López Prado, Marcos Míguez González:** *Buque de suministro a plataformas mar adentro: PSV 4000 TPM*. TFC 2011.
23. **Konsberg:** *Catálogos, folletos e información sobre D.P. en buques PSV*.
24. **Gill:** *Catálogos de sensores para posicionamiento dinámico*.

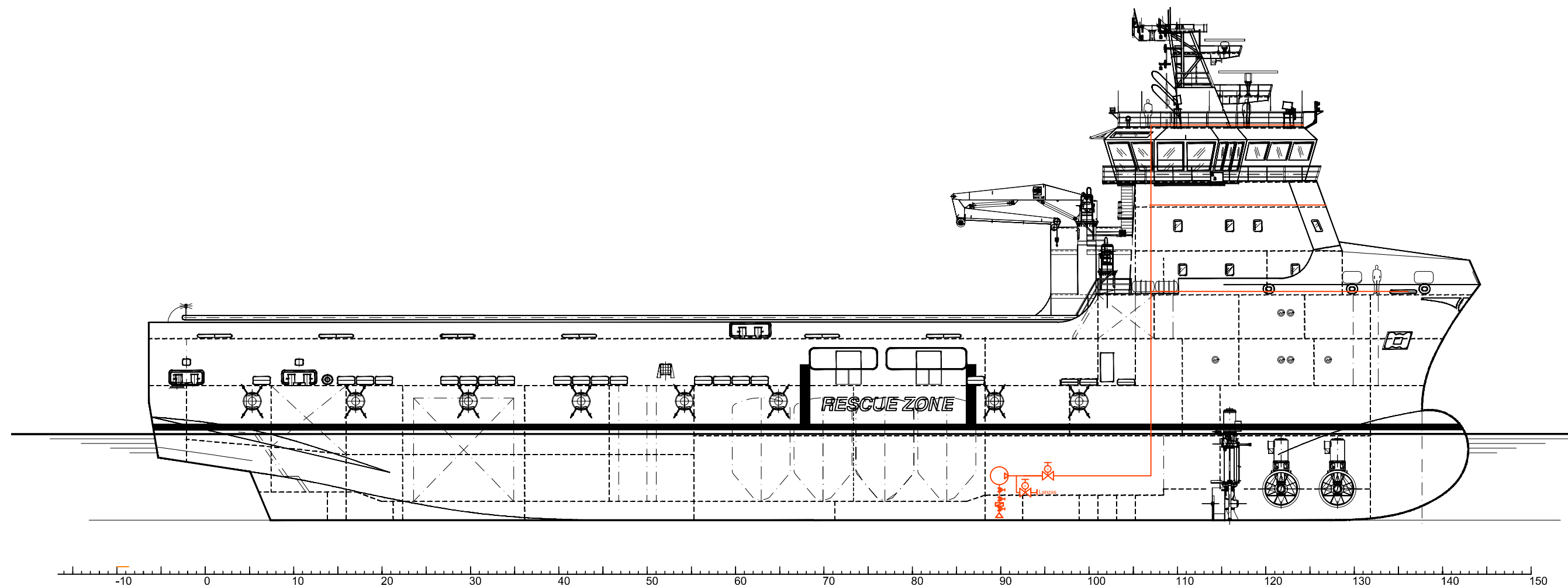
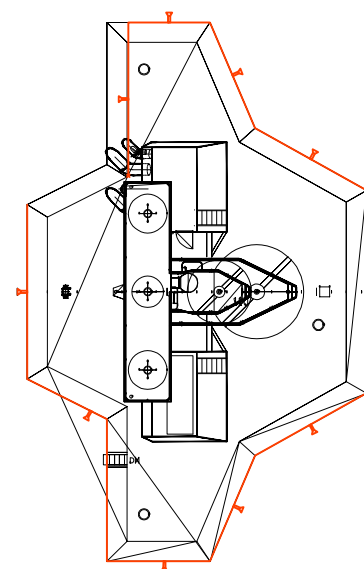
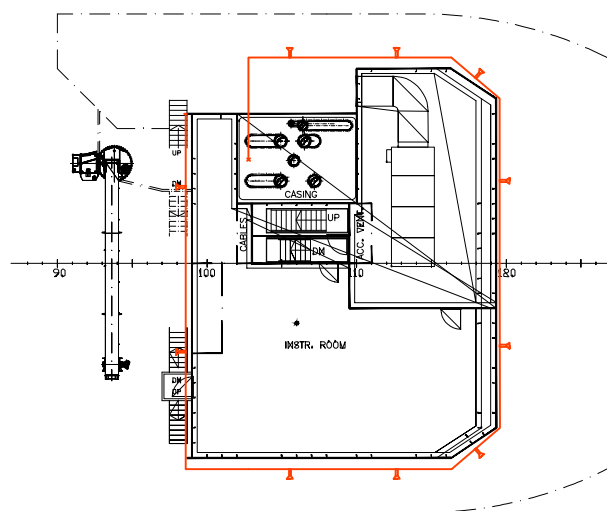
25. Marine Technologies: *Catálogos de sensores para posicionamiento dinámico.*

26. Otros catálogos de otros elementos.

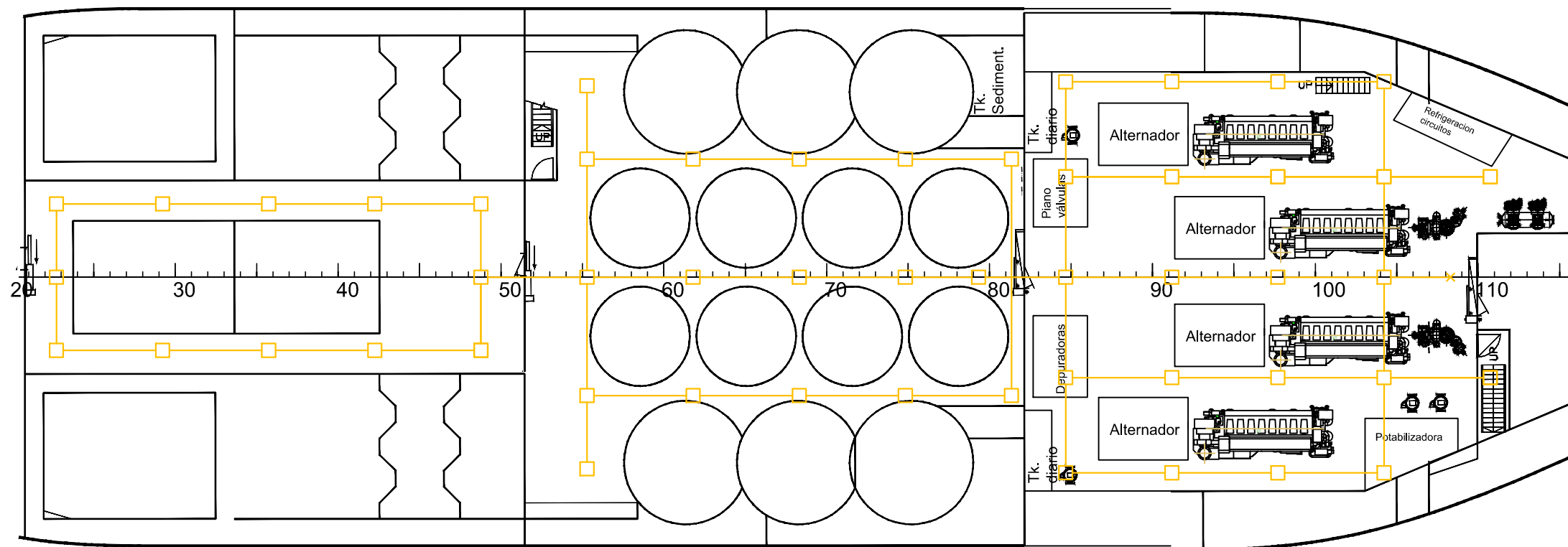
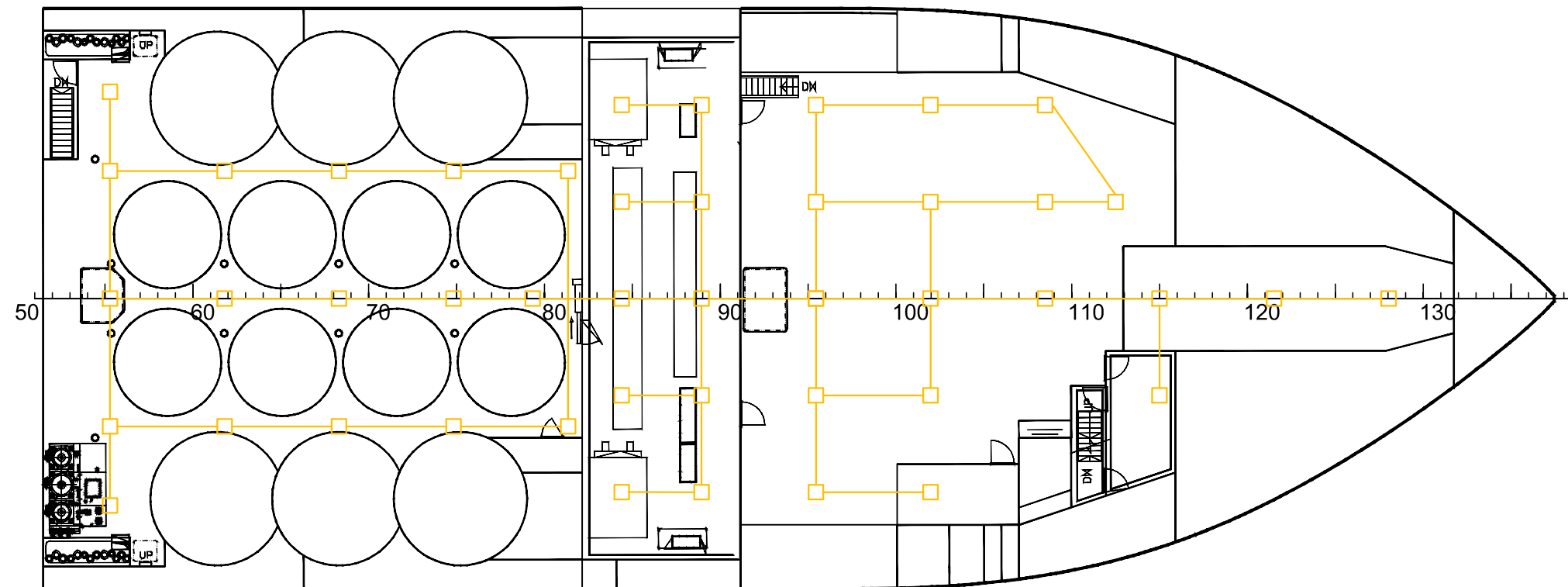
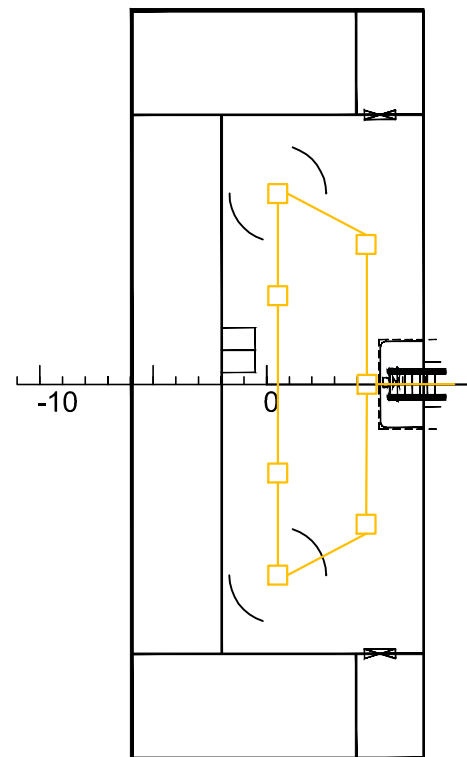
Anexo I: Planos de la disposición esquemática C.I.



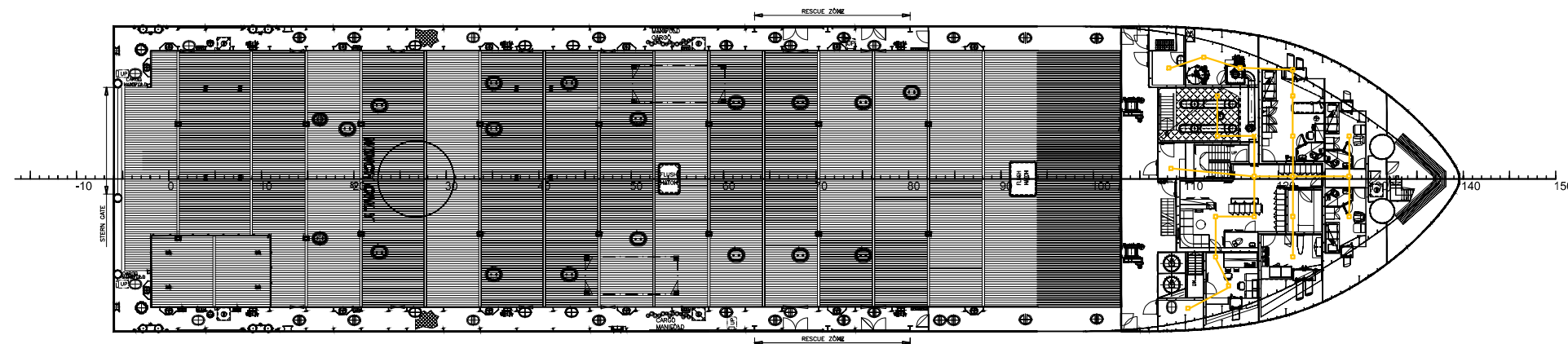
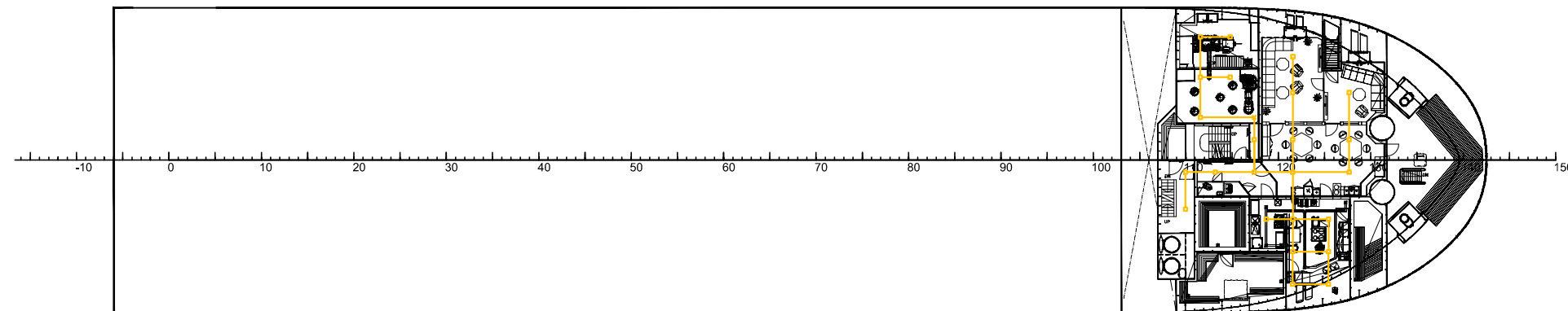
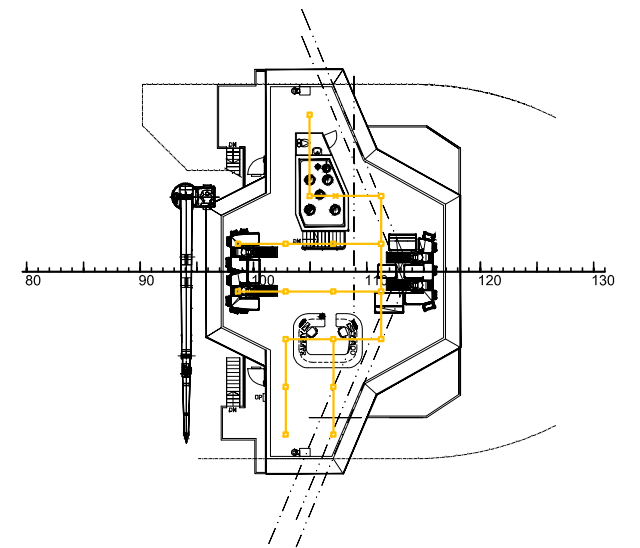
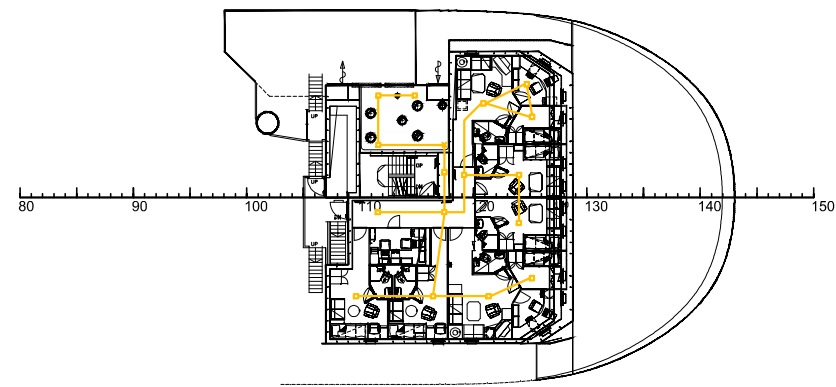
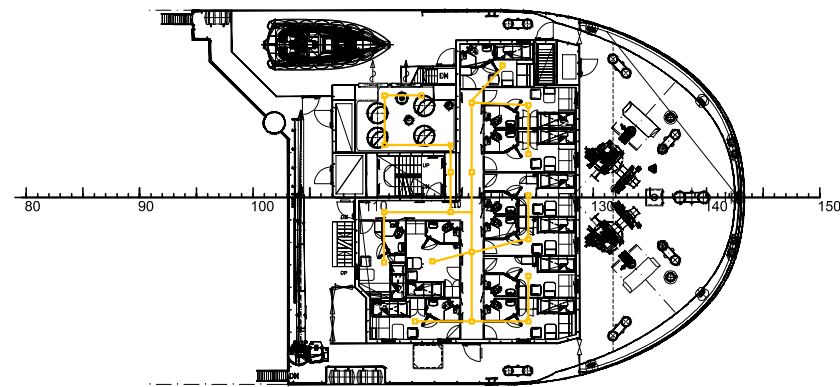
Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición esuqematica del sistema de lanzas FiFi y tomas de cubierta		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 12.1.1	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 12	Escala 1:400



Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición esquemática del sistema de aspersores FiFi		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 12.1.2	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 12	Escala 1:300

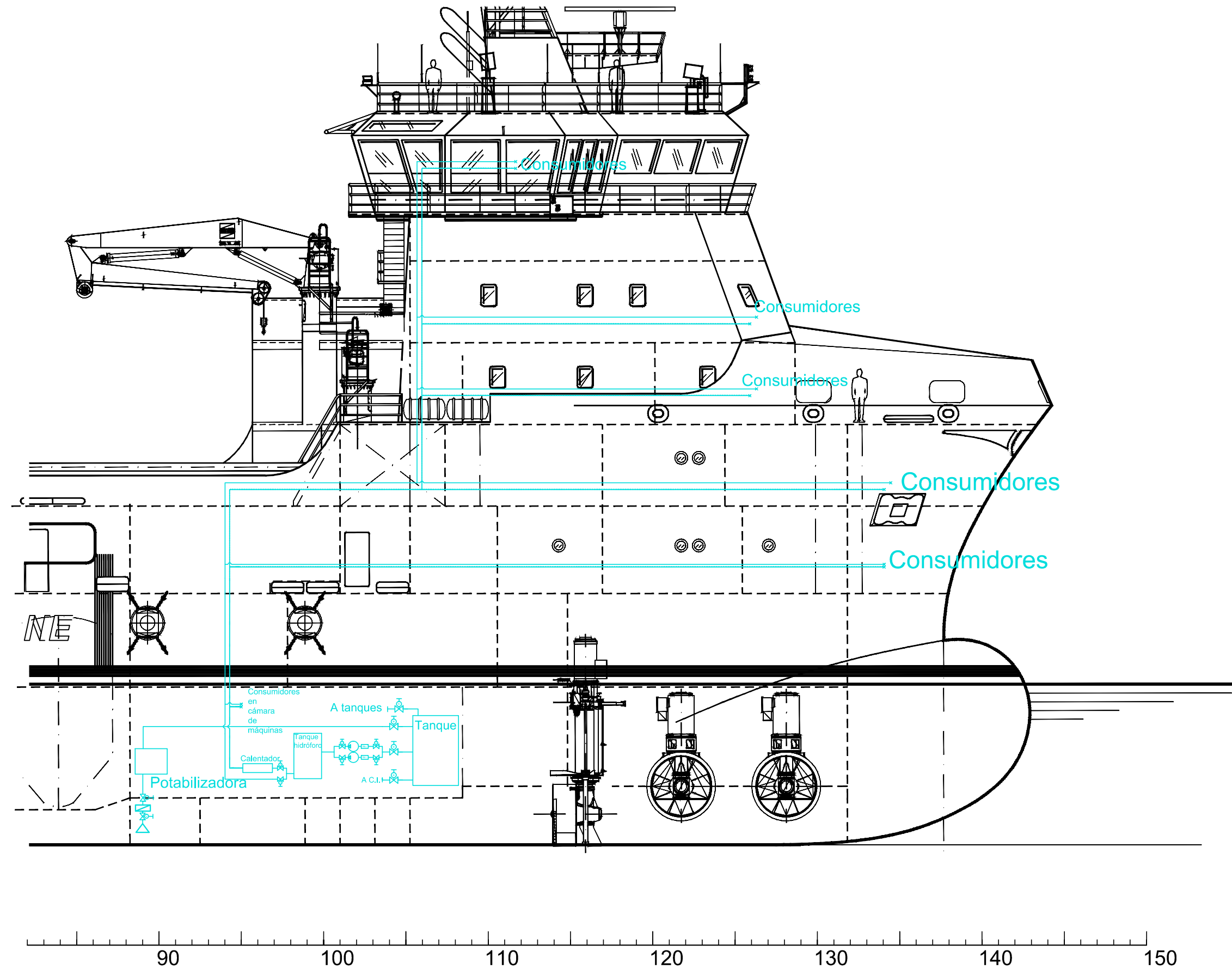


Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición esquemática del sistema de agua nebulizada en máquinas y espacio de carga		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 12.1.3	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 12	Escala 1:200



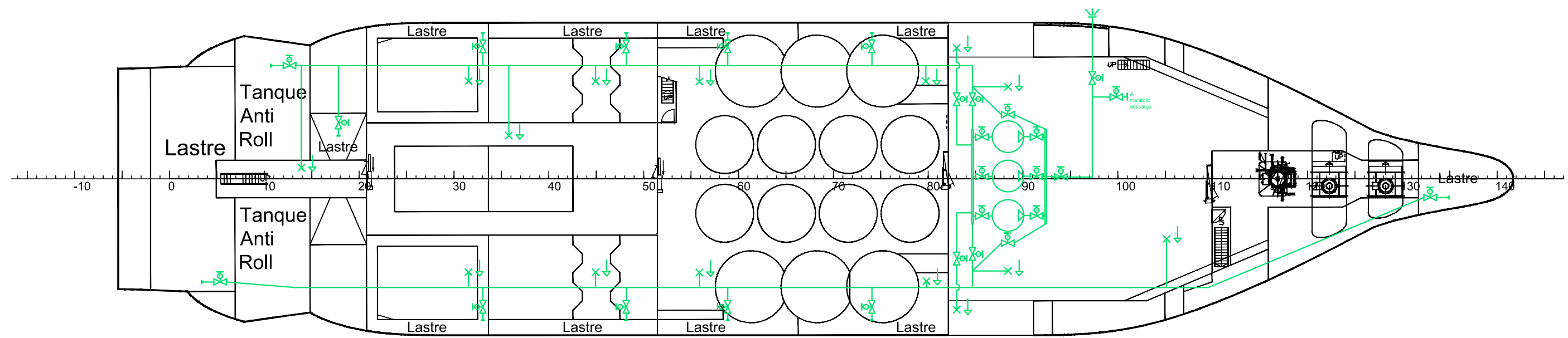
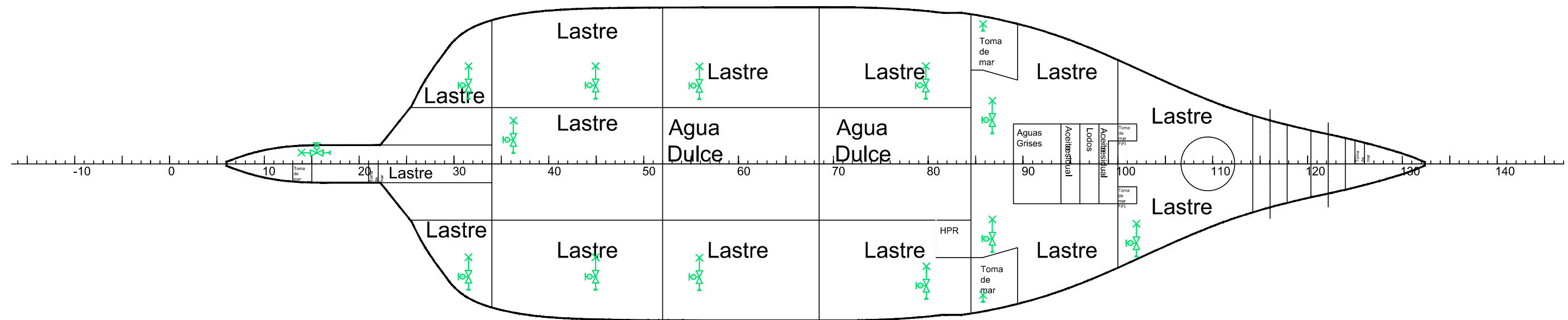
Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición esquemática del sistema de agua nebulizada en la habilitación		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 12.1.4	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 12	Escala 1:400

Anexo II: Planos de la disposición esquemática A.D.



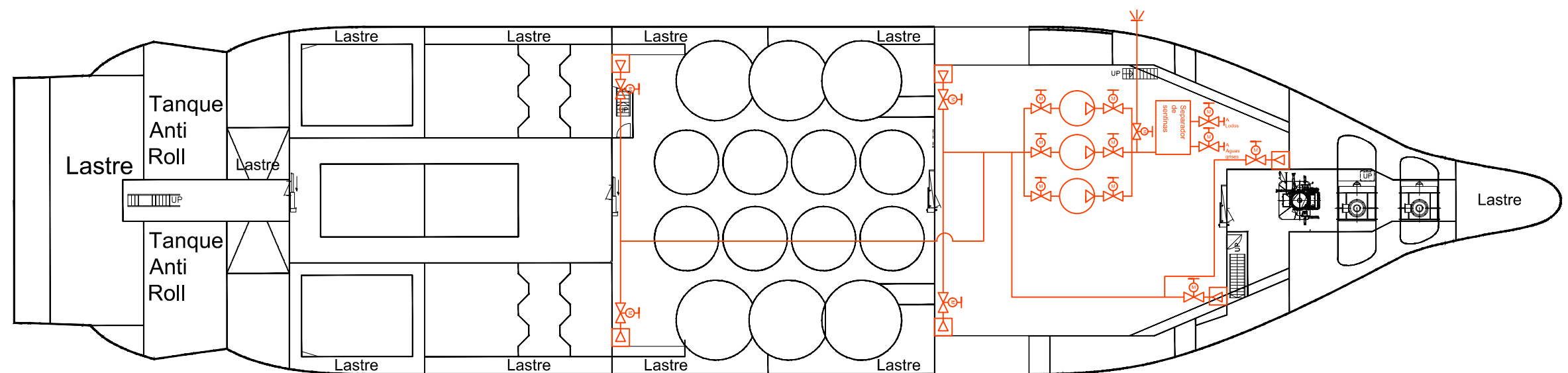
Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición esquemática del sistema de agua dulce		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 12.2	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 12	Escala 1:150

Anexo III: Planos de la disposición esquemática de lastre



Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición esquemática del sistema de lastre		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 12.3	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 12	Escala 1:175

Anexo IV: Planos de la disposición de sentina



Proyecto Buque de suministro a plataformas de 5000 t TPM		Título Disposición esquemática del sistema de achique de sentinas		Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	
Número C 12.5	Fecha Curso 2015-2016	Alumno Diego Rodríguez Gosende		Cuaderno 12	Escala 1:400

Anexo V: Elementos C.I.



AZCUE PUMPS USA, INC.

10308 W McNab Road, Tamarac, FL 33321

Phone: (954) 597-7602 ♦ Fax (954) 597-7608

E-mail: support@azcuepumpsusa.com

Web Site: www.azcuepumpsusa.com



Serie • Series

BOB

BOMBAS CENTRÍFUGAS HORIZONTALES SERIE BOB

CENTRIFUGAL HORIZONTAL PUMPS BOB SERIES

POMPES CENTRIFUGES HORIZONTALES SERIE BOB



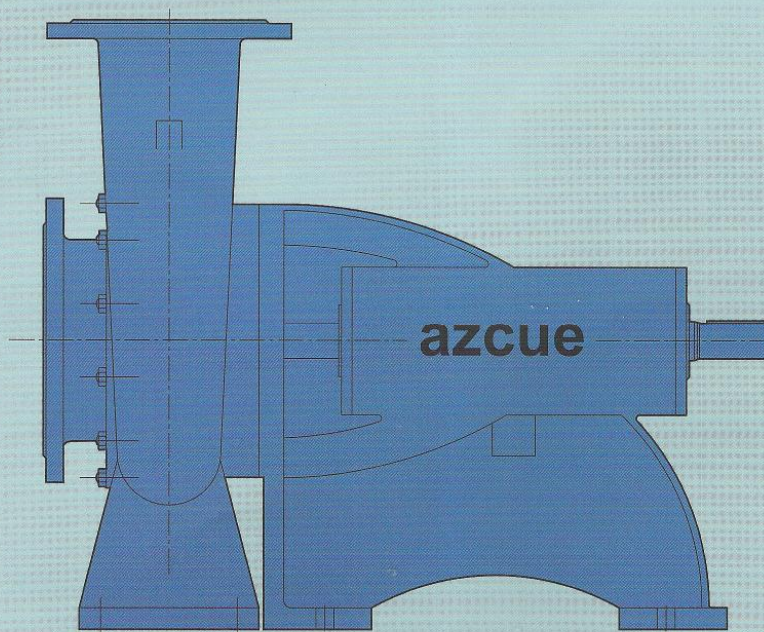
pumps

pumpen

azcue

bombas

pompes



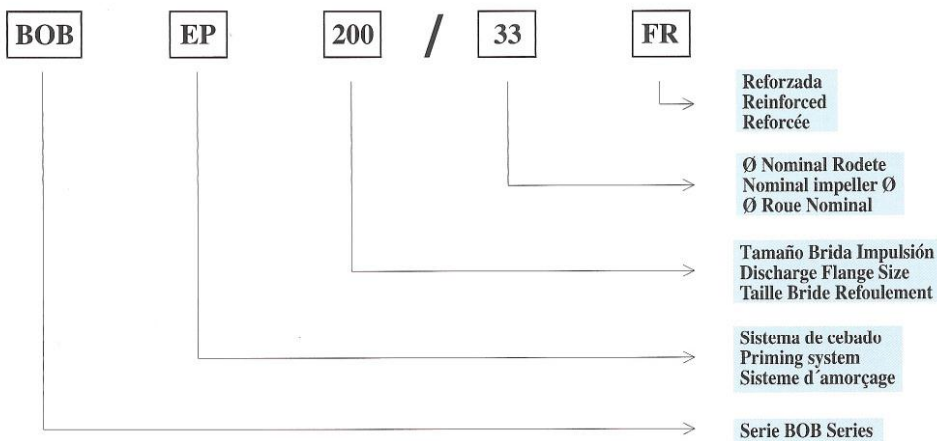
Descripción

Description

Description



Nomenclatura / Description / Denomination



Materiales / Materials / Materiaux

Voluta Volute casing	Bronce / Bronze	Cast iron / Hierro fundido
Rodete Impeller	Bronce / Bronze	Cast iron / Hierro fundido
Tapa del cuerpo Casing cover	Bronce / Bronze	Cast iron / Hierro fundido
Eje Shaft	Acero inoxidable / Stainless steel	

Diseño:

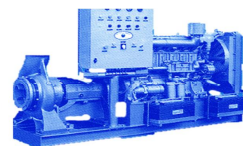
- Bomba centrífuga horizontal.
- Diseño sobre soporte base con doble rodamiento de bolas en baño de aceite que confiere gran robustez y alta fiabilidad a la bomba.
- Montaje con acoplamiento flexible.
- Bomba con alto rendimiento y bajo NPSH, que hace que la bomba tenga una gran capacidad de aspiración.
- Cuando por necesidades de instalación se requiera que la bomba sea autoaspirante, se monta una electrobomba de vacío que realiza dicha función.

Design:

- Horizontal centrifuge pump.
- Robust design on a baseplate execution with 2 oil lubricated ball bearings providing a very high reliability to the pump.
- Construction with flexible coupling.
- Pump with high efficiency and low NPSH, consequently the pump has a great suction capacity.
- When it is needed the pump to be selfpriming a vacuum electropump, assembled to the main pump makes such function.

Desin:

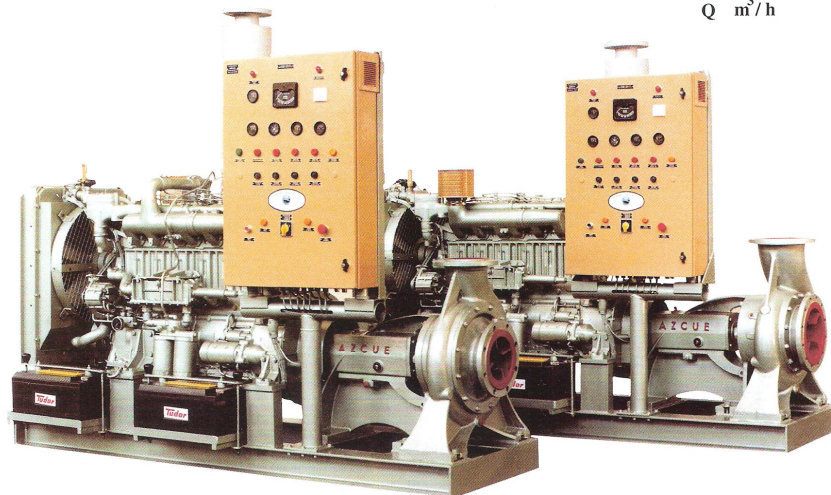
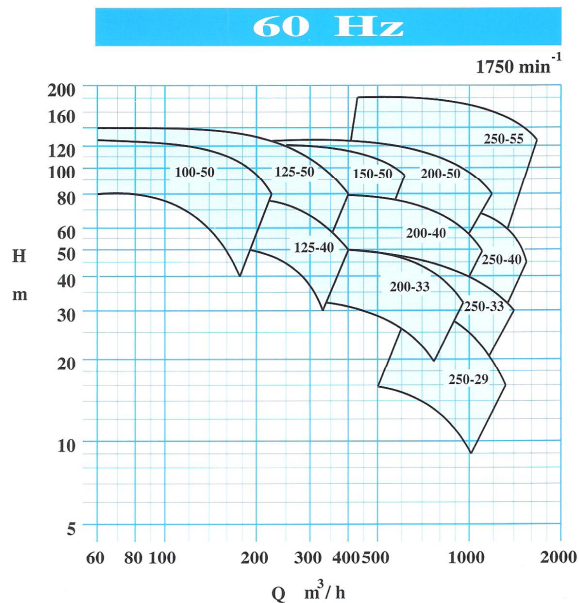
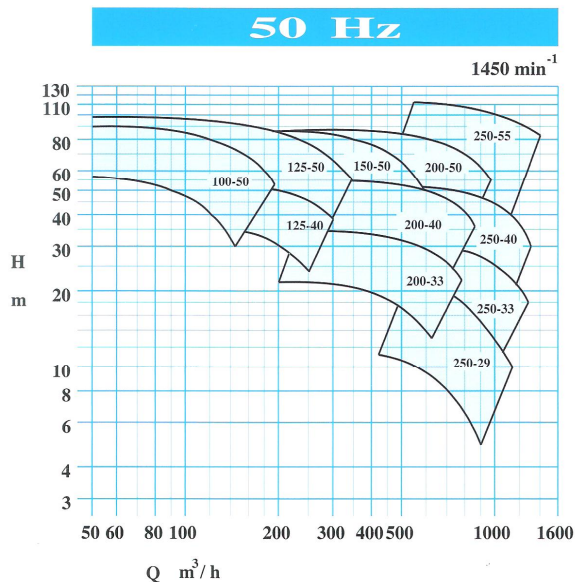
- Pompe centrifuge horizontale.
- Conception sur socle avec double roulement à billes en bain d'huile conférant à la pompe une grande robustesse et une haute fiabilité.
- Montage avec accouplement flexible.
- Pompe avec un haut rendement et bas NPSH, qui fait à la pompe avoir une grande capacité d'aspiration.
- Quand per besoins d'installation faut que la pompe soit autoamorçante, une electropompe a vide fait cette fonction.



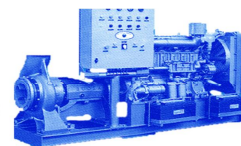
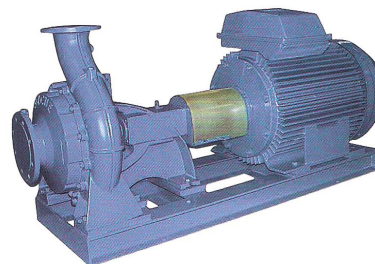
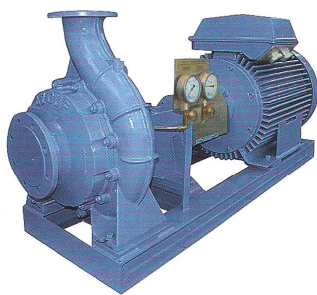
*Gráfico
de características*

*Performance
graphs*

*Graphique
de caracteristiques*



www.azcuepumpsusa.com



www.azcuepumpsusa.com

Dimensiones

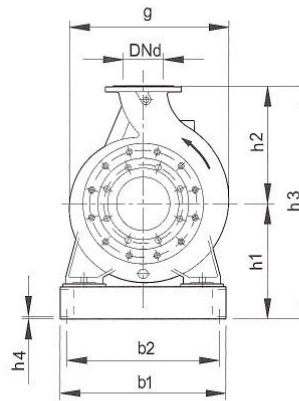
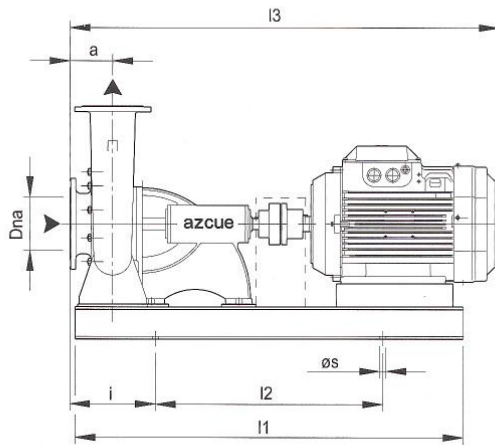
Dimensions

Dimensions

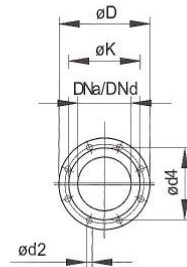
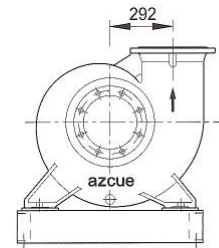


Serie BOB / BOB Series

Montaje sobre bancada / Base plate assembly / Montage sur socle
1450/1750 r.p.m.



Tipo / Type 250 / 29

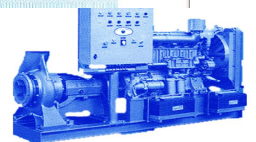


	DIN 2501, PN16			PN10		
DNa / DNd	100	125	150	200	250	300
d4	158	188	212	268	320	370
K ^o	180	210	240	295	350	400
D ^o	220	250	285	340	395	445
N ^o	8	8	8	8	12	12
d2	18	18	22	22	22	22

N. BOB-067/1

Tipo Type	Motor			DNa	DNd	a	h1	h2	h3	h4	s	b1	b2	g	i	l1	l2	l3	kg
	KW	HP	Tipo																
100-50	30	40	200-L	125	100	235	410	400	810	10	20	580	540	540	350	1400	900	1610	510
	37	50	225-S															1710	540
	45	60	225-M															1710	565
	55	75	250-M															1790	630
	75	100	280-S															1910	760
125-40	30	40	200-L	150	125	160	410	480	890	10	20	580	540	600	355	1500	900	1660	600
	37	50	225-S															1735	685
	45	60	225-M															1860	815
	55	75	250-M															1735	685
	75	100	280-S															1860	815
125-50	37	50	225-S	150	125	242	410	480	890	10	20	580	540	600	405	1500	900	1740	655
	45	60	225-M															1815	755
	55	75	250-M															1940	870
	75	100	280-S				430	480	910	12	23	580	540	600	405	1600	1000	2040	915
	90	125	280-SM															2070	990
	110	150	315-S															2170	1060
	132	180	315-SM															2170	1060
150-50	75	100	280-S	200	150	175	530	500	1030	12	23	750	700	685	370	1900	1200	2170	1160
	90	125	280-SM															2270	1200
	110	150	315-S															2200	1285
	132	180	315-SM												430	2000	1200	2300	1350
	160	220	315-MB															2350	1470
	200	275	315-LA															2350	1840
200-33	37	50	225-S	250	200	175	530	475	1005	12	23	750	700	630	385	1700	1000	1880	920
	45	60	225-M															1955	1010
	55	75	250-M															2080	1140
	75	100	280-S												385	1900	1100	2180	1180
	90	125	280-SM															2180	1180
	110	150	315-S															2210	1380

Sujeto a cambios / Subject to alterations / Sujet a des modifications



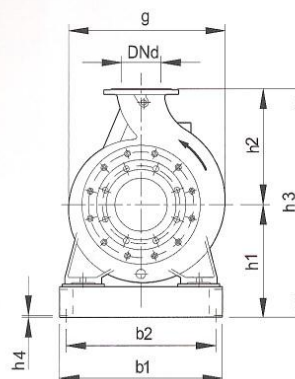
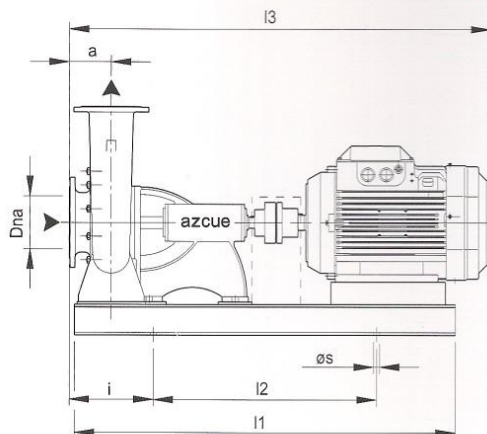
Dimensiones

Dimensions

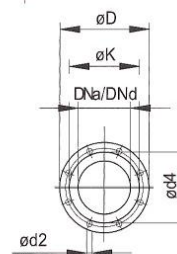
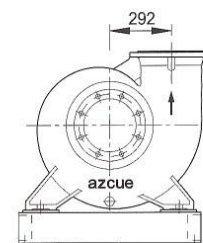
Dimensions



Serie BOB / BOB Series
Montaje sobre bancada / Base plate assembly / Montage sur socle
1450/1750 r.p.m.



Tipo / Type 250 / 29

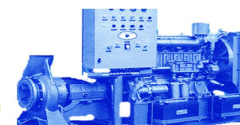


	DIN 2501, PN16			PN10			PN25	PN16
DNa DNd	100	125	150	200	250	300	250	350
d4	158	188	212	268	320	370	—	—
K ^o	180	210	240	295	350	400	370	470
D ^o	220	250	285	340	395	445	425	520
N ^o	8	8	8	8	12	12	12	16
d2	18	18	22	22	22	22	30	26

N. BOB-067/2

Tipo Type	Motor			DNa	DNd	a	h1	h2	h3	h4	s	b1	b2	g	i	l1	l2	l3	kg
	KW	HP	Tipo																
200-40	55	75	250-M	250	200	180	530	525	1055	12	23	750	700	680	340	1600	1000	2095	1000
	75	100	280-S												390	1700	1000	2220	1130
	90	125	280-SM												390	1800	1100	2350	1500
	110	150	315-S												440	2000	1200	2350	1560
	132	180	315-SM												390	2100	1400	2400	2055
	160	220	315-MB												430	2000	1200	2310	1610
200-50	200	275	315-LA	250	200	180	550	575	1125	12	23	820	760	740	390	2100	1400	2310	1730
	110	150	315-S												390	2100	1400	2360	2100
	132	180	315-SM												420	2200	1500	2420	2230
	160	220	315-MB												390	2200	1500	2560	2430
	200	275	315-LA												435	1700	1000	1820	930
	250	340	355-SA												455	1750	1000	1920	975
250-29	315	430	355-LA	300	250	220	550	350	900	12	23	820	395	775	455	1750	1000	1995	1070
	30	40	200-L												440	1700	1000	1920	965
	37	50	225-S												455	1750	1000	1995	1035
	45	60	225-M												440	1700	1000	1920	965
	55	75	250-M												455	1750	1000	1995	1035
	75	100	280-S												440	1700	1000	1920	965
250-33	37	50	225-S	300	250	245	530	525	1055	12	23	750	700	695	440	1700	1000	1920	965
	45	60	225-M												455	1750	1000	1995	1035
	55	75	250-M												440	1700	1000	1920	965
	75	100	280-S												455	1750	1000	1995	1035
	90	125	280-SM												440	1700	1000	1920	965
	110	150	315-S												455	1750	1000	1995	1035
250-40	132	180	315-SM	300	250	180	550	600	1150	12	23	820	760	740	440	1700	1000	1920	965
	160	220	315-MB												455	1750	1000	1995	1035
	200	275	315-LA												440	1700	1000	1920	965
	250	340	355-SA												455	1750	1000	1995	1035
	315	425	355-LA												440	1700	1000	1920	965
	355	475	355-LB												455	1750	1000	1995	1035
250-55	400	550	355-LKD	350	250	186	620	580	1200	13	23	820	760	844	430	2000	1200	2355	1575
	450-600	600-800	400												390	2100	1400	2355	1750
	450	600	600-800												400	1900	1200	2350	2000
	450	600	600-800												450	2000	1200	2450	2400
	450	600	600-800												450	2000	1200	2600	2800
	450	600	600-800												400	2100	1400	2800	3500

Sujeto a cambios / Subject to alterations / Sujet a des modifications



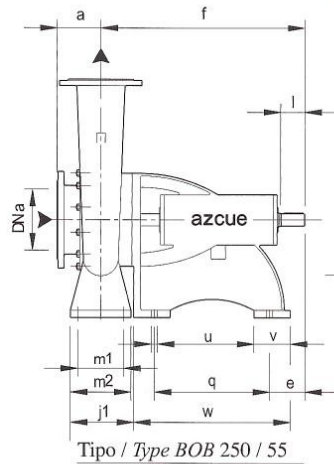
Dimensiones

Dimensions

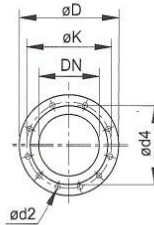
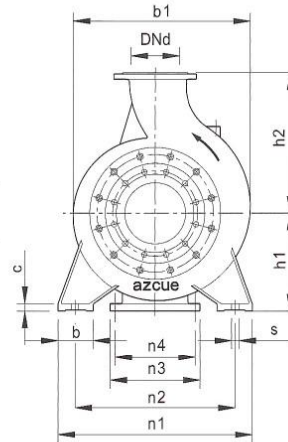
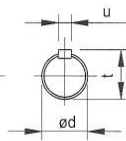
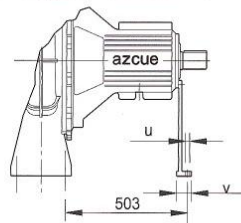
Dimensions



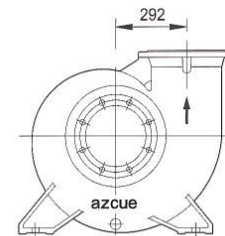
Serie BOB / BOB Series
Eje libre / Bare shaft / Arbre nu



Tipo / Type BOB 250 / 55



Tipo / Type 250 / 29

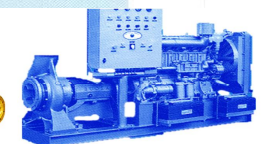


	DIN 2501, PN16			PN10			PN25	PN16
DNa DNd	100	125	150	200	250	300	—	—
d ₄	158	188	212	268	320	370	—	—
K ^o	180	210	240	295	350	400	370	470
D ^o	220	250	285	340	395	445	425	520
N ^o	8	8	8	8	12	12	12	16
d ₂	18	18	22	22	22	22	30	26

Ref. 909-BOB-100255

Tipo Type	DNa	DNd	a	f	h1	h2	b	b1	c	e	m1	m2	n1	n2	n3	n4	j1	w	q	v	u	s	d	l	t	u	kg
100-50	125	100	235	618	300	400	140	540	25	152	190	250	580	440	245	205	220	405	325	110	24	22	42	105	45,1	12	190
125-40	150	125	160	640	300	480	140	595	25	152	190	250	580	440	245	205	215	405	325	110	24	22	42	105	45,1	12	240
125-50	150	125	242	640	300	480	140	595	25	152	190	250	580	440	245	205	215	405	325	110	24	22	42	105	45,1	12	280
150-50	200	150	175	835	400	500	145	685	30	143	190	250	700	560	375	330	265	650	475	150	25	30	50	100	53,5	14	475
200-33	250	200	175	835	400	475	145	615	30	143	190	250	700	560	375	330	257	650	475	150	25	30	50	100	53,5	14	380
200-40	250	200	180	880	400	525	145	680	30	143	190	250	700	560	375	330	257	650	475	150	25	30	50	100	53,5	14	470
200-50	250	200	180	841	400	575	145	740	30	143	190	250	800	660	375	330	261	650	475	150	25	30	50	100	53,5	14	550
250-29	250	250	220	835	400	350	145	835	30	143	190	250	800	660	375	330	257	650	475	150	25	30	50	100	53,5	14	550
250-33	300	250	245	815	400	525	145	695	30	143	190	250	700	560	375	330	265	650	475	150	25	30	50	100	53,5	14	505
250-40	300	250	180	885	400	600	145	740	30	143	190	250	800	660	375	330	275	650	475	150	25	30	50	100	53,5	14	545
250-55	350	250	186	681	470	580	145	844	25	78	200	250	800	660	120	—	—	—	—	60	17	30	68	100	72,6	20	600

Sujeto a cambios / Subject to alterations / Sujet a des modifications



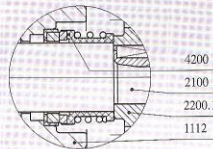
*Plano
de despiece*

*Sectional
drawing*

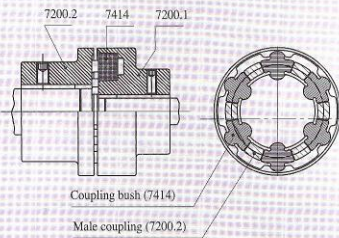
*Plan
de coupe*



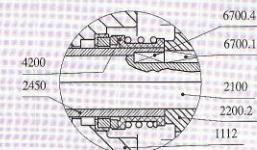
Detail A, Mechanical seal
Detalle del cierre mecánico A
Detail A, etancheite mecanique



Acoplamiento / Coupling



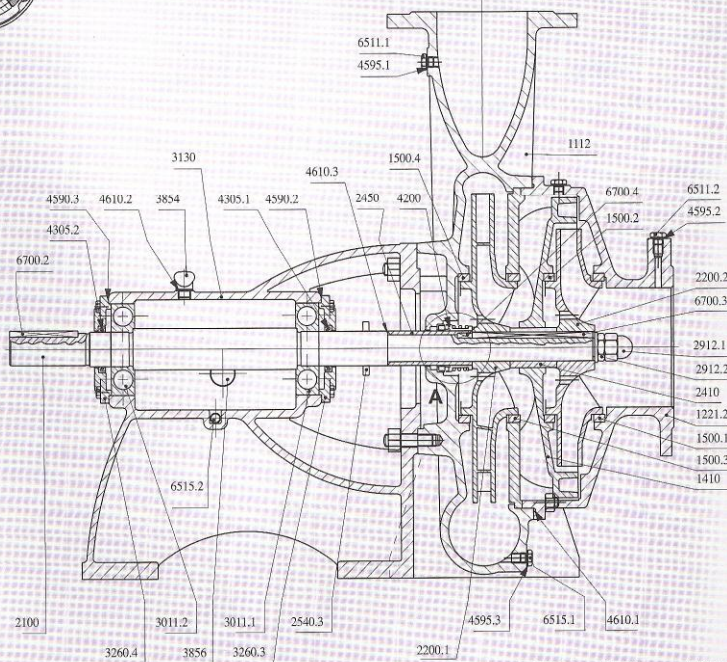
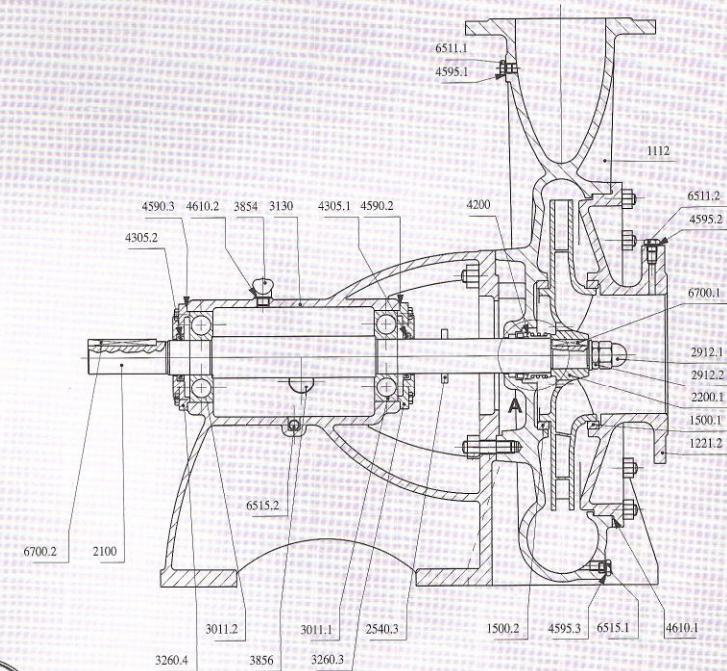
Detail A, Mechanical seal
Detalle del cierre mecánico A
Detail A, etancheite mecanique



N. BOB-377-M

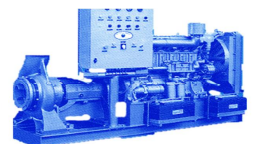
N. BOB-377-M

1 Célula / 1 Stage / Monocelulaire



N. BOB-381-M

2 Células / 2 Stages / 2 Flux



Plano de despiece

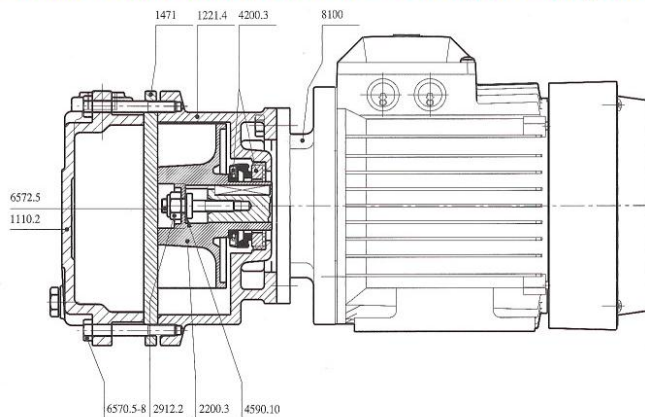
Sectional drawing

Plan de coupe

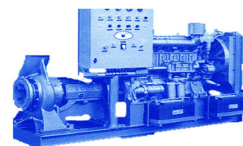


Denominación / Description / Denomination	Ref.
Cuerpo de bomba / Pump casing / Corps de pompe	1100.2
Voluta / Volute casing / Volute	1112
Tapa del cuerpo / Casing cover / Couverture	1221.2
Tapa del cuerpo / Casing cover / Couverture	1221.4
Difusor / Diffuser / Diffuseur	1410
Pared intermedia / Interstage plate / Cloison intermédiaire	1471
Anillo de desgaste / Casing wear ring / Bague d'usure	1500.1
Anillo de desgaste / Casing wear ring / Bague d'usure	1500.2
Anillo de desgaste / Casing wear ring / Bague d'usure	1500.3
Anillo de desgaste / Casing wear ring / Bague d'usure	1500.4
Eje / Shaft / Arbre	2100
Rodete / Impeller / Roue	2200.1
Rodete / Impeller / Roue	2200.2
Rodete / Impeller / Roue	2200.3
Casquillo entre estadios / Interstage sleeve / Chemise d'arbre	2410
Casquillo protector del eje / Shaft sleeve / Chemise d'arbre	2450
Deflector / Thrower / Deflecteur	2540.3
Tuerca de bloqueo del rodete / Impeller nut / Écrou de blocage roue	2912.1
Tuerca de bloqueo del rodete / Impeller nut / Écrou de blocage roue	2912.2
Rodamiento radial de bolas / Radial ball bearing / Roulement à billes	3011.1-2
Cuerpo del soporte doble / Bearing bracket / Corps de palier	3130
Tapa del soporte / Bearing cover / Couverture de palier	3260.3-4
Tapón llenado aceite / Oil filter plug / Bouchon de remplissage d'huile	3854
Indicador de nivel de aceite / Oil sight gauge / Indicateur de niveau d'huile	3856
Retén mecánico / Mechanical seal / Garniture mécanique	4200
Retén mecánico / Mechanical seal / Garniture mécanique	4200.3
Anillo de estanqueidad del eje / Shaft seal ring / Bague d'tancheite d'arbre	4305.1-2
Junta plana / Gasket / Joint plant	4590.2-3
Junta plana / Gasket / Joint plant	4590.10
Junta circular / Joint ring circular / Joint circulaire	4595.1-2
Junta circular / Joint ring circular / Joint circulaire	4595.3
Junta tórica / O-ring / Joint torique	4610.1
Junta tórica / O-ring / Joint torique	4610.2
Junta tórica / O-ring / Joint torique	4610.3
Tapón llenado / Priming plug / Bouchon de replissage	6511.1-2
Tapón vaciado / Drain plug / Bouchon de vidange	6515.1
Tapón vaciado / Drain plug / Bouchon de vidange	6515.2
Tornillo / Screw / Vis	6570.5-8
Espárrago / Stud / Goujon filete	6572.5
Chaveta / Key / Clavette	6700.1
Chaveta / Key / Clavette	6700.2
Chaveta / Key / Clavette	6700.3
Chaveta / Key / Clavette	6700.4
Semi-acoplamiento / Coupling half / Demi-accouplement	7200.1
Semi-acoplamiento / Coupling half / Demi-accouplement	7200.2
Amortiguador del acoplamiento / Coupling bush / Garniture de broche	7414
Motor / Moteur	8100

Bomba de autocebado independiente / Independent priming pump



N. VAC4-344-M



www.azcuepumpsusa.com

*Intercambiabilidad
de piezas*

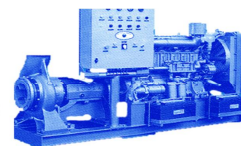
*Components
Interchangeability*

*Interchangeabilite
de pieces*



**Intercambiabilidad
Interchangeability
Interchangeabilite**

Denominación Description Denomination		Voluta Volute casing Volute	Tapa del cuerpo Casing cover Couverture de corps	Eje Shaft Arbre	Rodete Impeller Roue	Rodamientos Ball bearings Roulements	Cierre mecánico Mechanical seal Garniture mécanique	Anillo desgaste Wear ring Bague d'usure	Anillo desgaste Wear ring Bague d'usure	Anillo desgaste Wear ring Bague d'usure	Anillo desgaste Wear ring Bague d'usure	Junta tórica O-ring Joint torique	Tuerca rolete Impeller nut Ecran roue
Referencia		1112	1221.2	2100	2200	3011.1-2	4200	1500.1	1500.2	1500.3	1500.4	4610.1	2912
TIPO BOMBA / PUMP TYPE / POMPE TYPE	100/50	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
	125/40	2	2	2	2	1	1	2	2	-	-	-	1
	125/50	2	3	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1
	150/50	3	4	4	4	2	2	4	4	4	-	-	2
	200/33	4	5	4	5	2	2	5	5	5	-	-	2
	200/40	5	6	4	6	2	2	5	5	5	-	-	2
	200/50	6	7	4	7	2	2	5	5	5	-	-	2
	250/29	7	8	4	8	2	2	7	5	6	-	-	2
	250/33	8	9	4	9	2	2	8	7	8	-	-	2
	250/40	9	10	4	10	3	3	9	9	9	-	-	2
	250/50	10	11	4	11	3	3	10	10	10	-	-	2
	250/55	11	12	5	12	3	3	11	11	11	-	-	3



www.azcuepumpsusa.com

FIREWATER PUMP

OGF 300X450

FIREFIGHTING



- Axial or radial split
- Impeller in-between bearings
- Very compact weight and size
- 90 and 180 degree executions
- CCW or CW rotation

DESIGN DATA

OGF 300x450 model is designed for fire fighting and firewater duties.
The pump can be direct diesel engine driven, electrical motor driven or PTO gear driven.

Single stage, double suction centrifugal pump. Horizontal mounting with side-side, bottom-top, side-top and bottom-side suction/discharge execution.

Shaft seal:	Soft gland packing or mechanical seal
Bearings:	Grease lubricated ball bearings
Materials:	Casing in Ni-Al-Bronze or Nodular Cast Iron, Impeller in Ni-Al-Bronze Shaft in stainless steel.
Coating:	Carboline epoxy. Makers standard
Weight :	1250 kgs

PERFORMANCE DATA

Capacity :	1500 –3300 m ³ /h	Fluid:	Sea water
Total head:	110 –170 mlc	Density:	1025 kg/m ³
Speed:	1000-1600 rpm	Viscosity:	1 cSt
Power consumption:	1618 kW (max)	Temperature:	35°C
Driver rating:	1700 kW (max)	NPSH required:	3-8 meters
		NPSH available:	4-9 meters

APPROVALS AND TESTING

OGF 300X450 is designed to fit the FiFi I (1 pump) or FiFi II (3 pumps) class requirements for offshore vessels. Class approval as required.

Performance test in accordance with ISO 2548 engineering grade 2
Hydrostatic pressure tested to max 27 bar
(1,5 times pump delivery pressure against closed discharge valve).

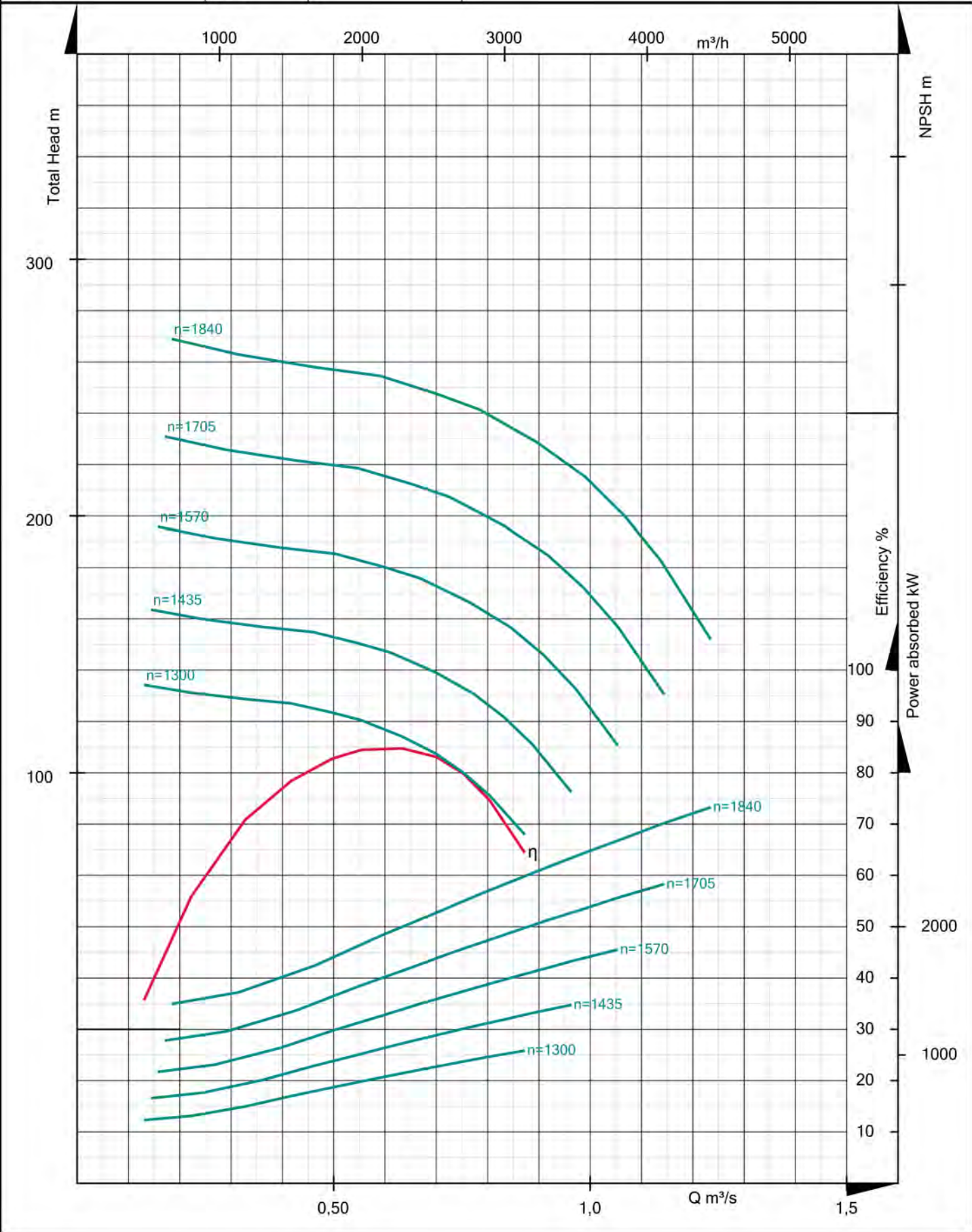


JASON ENGINEERING AS
PO BOX 2151 Strømsø
3003 DRAMMEN
NORWAY

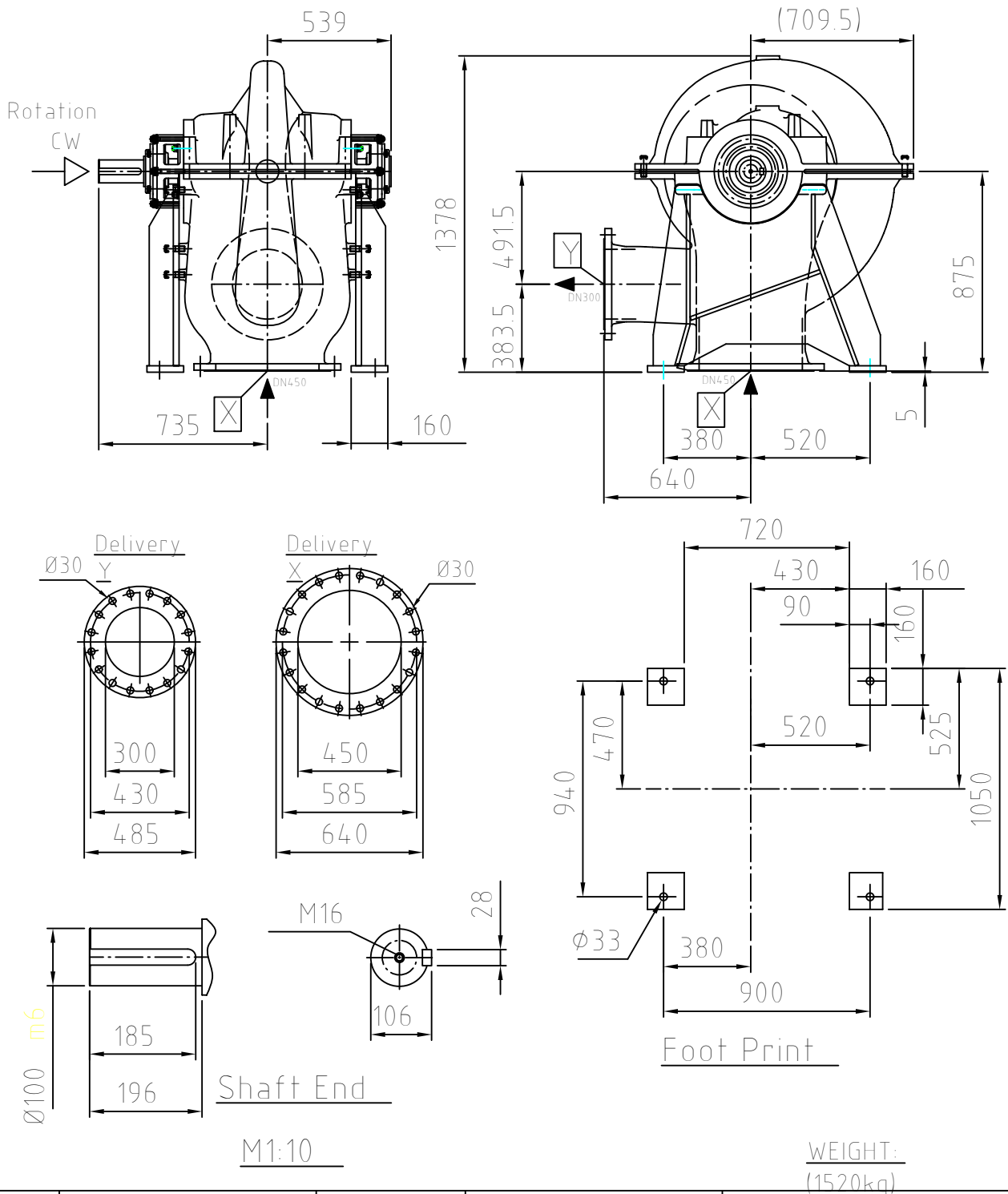
PH: + 47 32 20 45 50
FAX: +47 32 20 45 60

Jason@jason.no
www.jason.no


Signature		Date 2010-05-12		Pumptype 300x450OGF-II 1 Stage		Customer	
						Service	
						Vendor Reference	
Speed [rpm]	Impeller no.	D ₂ [mm]	Dutypoint				
1300	0	663					
Liquid		Density kg/m ³	Kin. viscosity [mm ² /s]				
Sea water		1025	1				

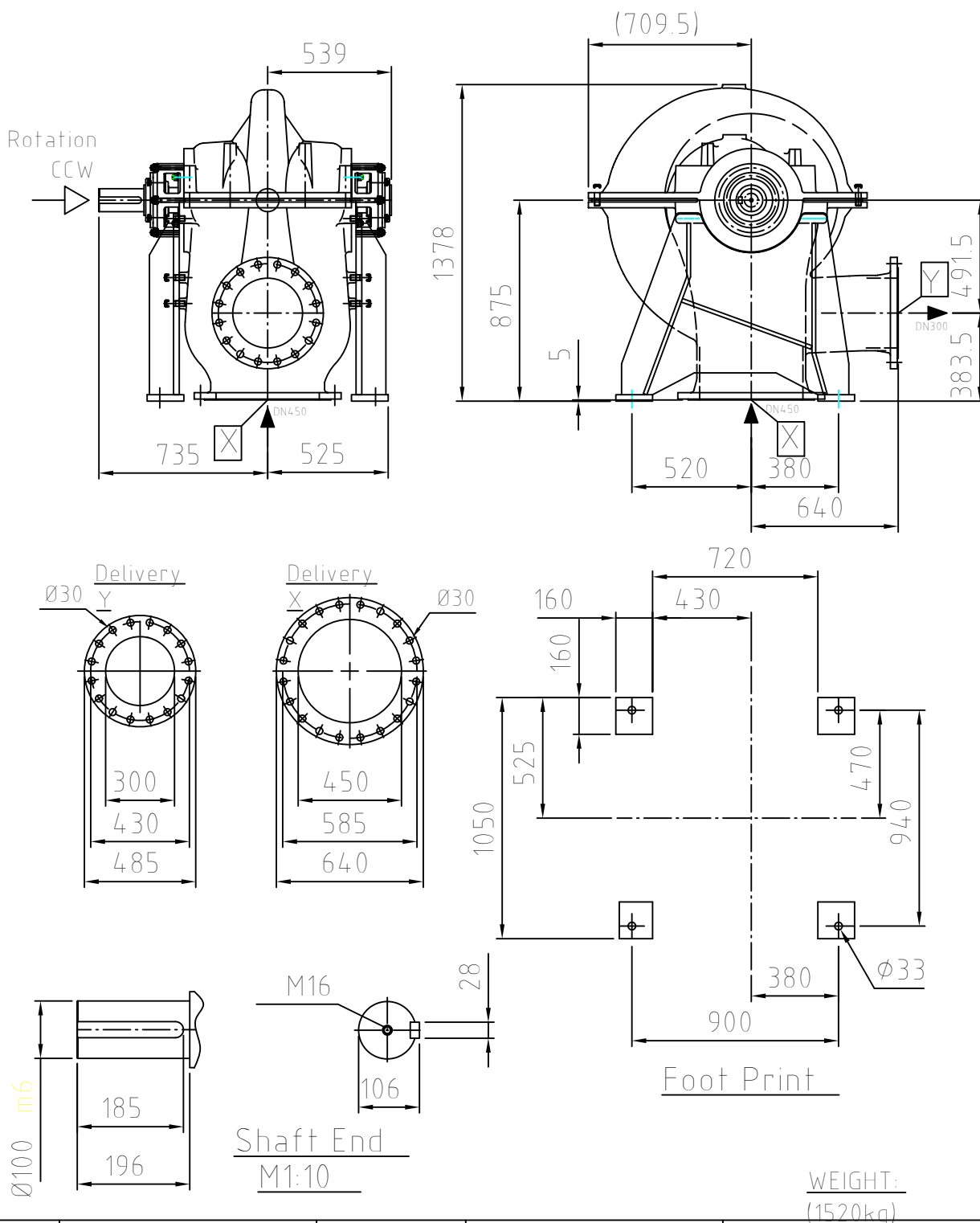


Jason Engineering AS Norway			300x450 OGF Centrifugal Pump		TU Z1017-001	
Drawn	Date 19.03.2004	Sign. MCE	Outline Drawing Long Legged- CW		Page: 1	of: 1
Design.	19.03.2004	MCE	Scale: 1:25	Filename: Z1017-001-001	4	Rev. index 01
Checked	19.03.2004	PR				Date: 28.05.2004



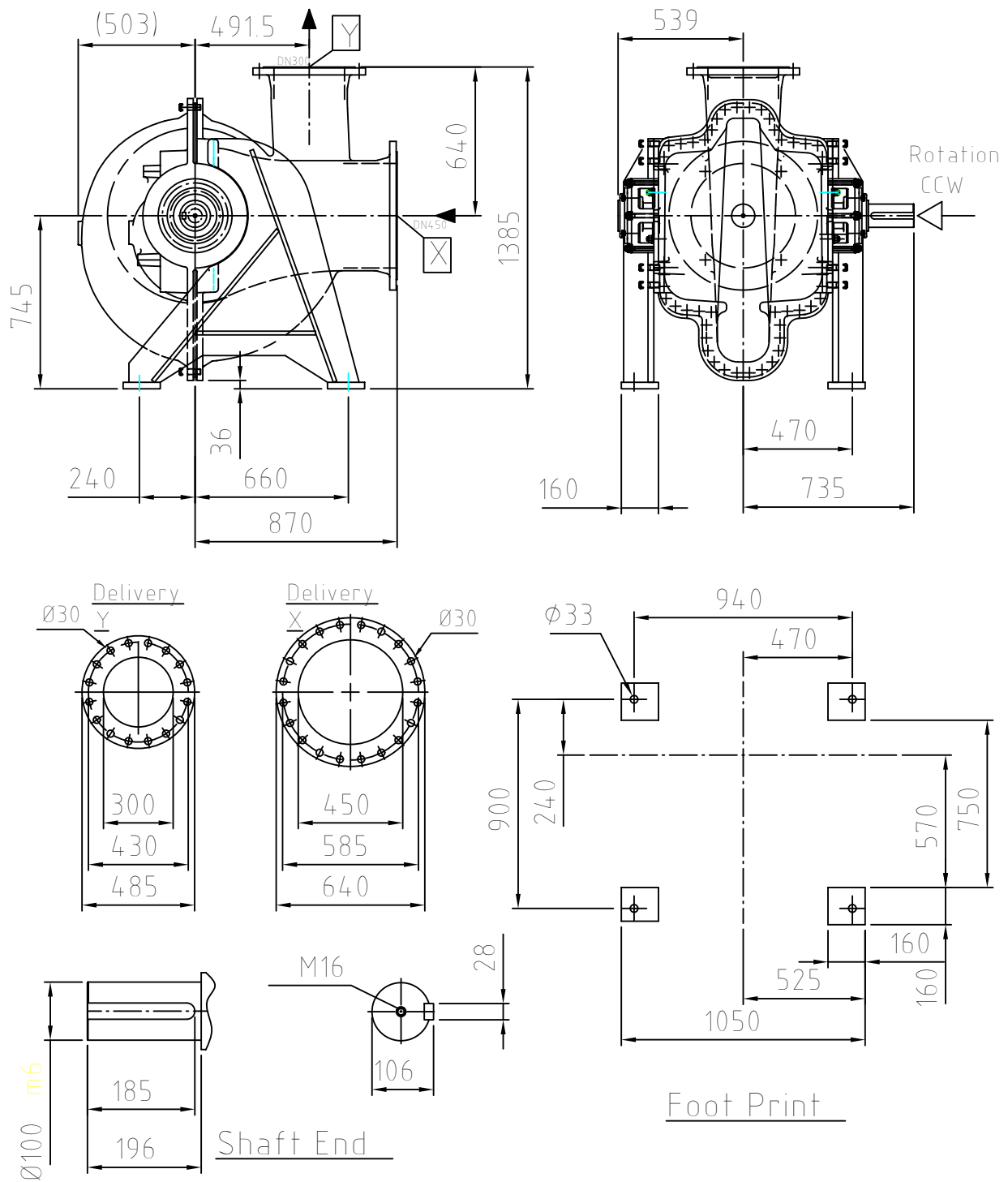
Conn.	Type of conn.	Dim.	Standard	Connection for
X	Flange	DN450	DIN2501-PN16	Water inlet
Y	Flange	DN300	DIN2501-PN25	Water outlet

Jason Engineering AS Norway			300x450 OGF Centrifugal Pump Outline Drawing Long Legged- CCW			TU Z1017-002	
Drawn	Date 29.03.2004	Sign. MCE	Scale: 1:25	Filename: Z1017-002-002		Page: 1	of: 1
Design.	29.03.2004	MCE				4	Rev. index 02
Checked	29.03.2004	PR					Date: 08.04.2005



Conn.	Type of conn.	Dim.	Standard	Connection for
X	Flange	DN450	DIN2501-PN16	Water inlet
Y	Flange	DN300	DIN2501-PN25	Water outlet

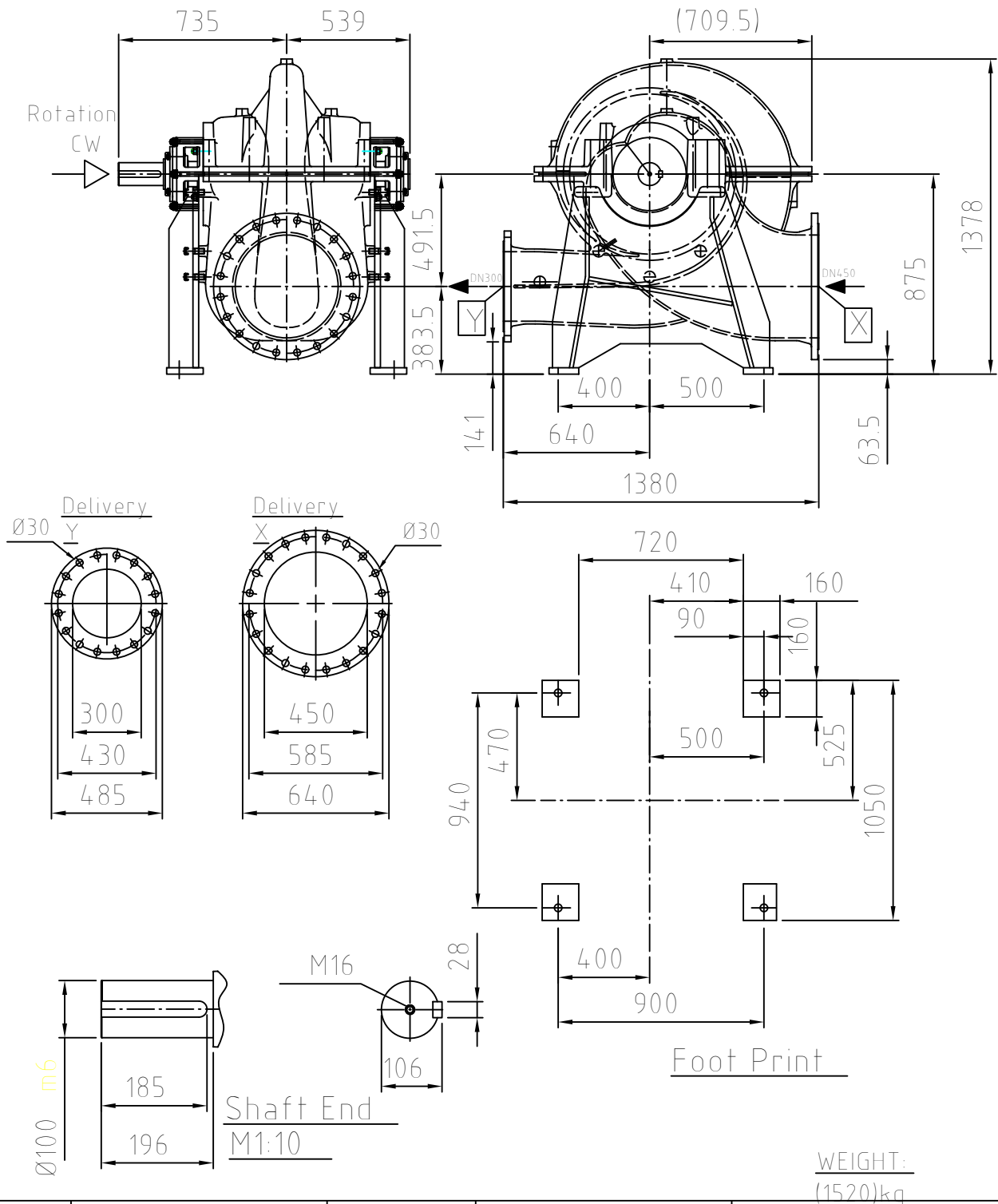
Jason Engineering AS Norway			300x450 OGF Centrifugal Pump		TU Z1017-004	
Drawn	Date 29.03.2004	Sign. MCE	Outline Drawing Long Legged- CCW		Page: 1	of: 1
Design.	29.03.2004	MCE	Scale: 1:25	Filename: Z1017-004-001	Rev. index 01	
Checked	29.03.2004	PR			Date: 28.05.2004	



WEIGHT:
(1520kg)

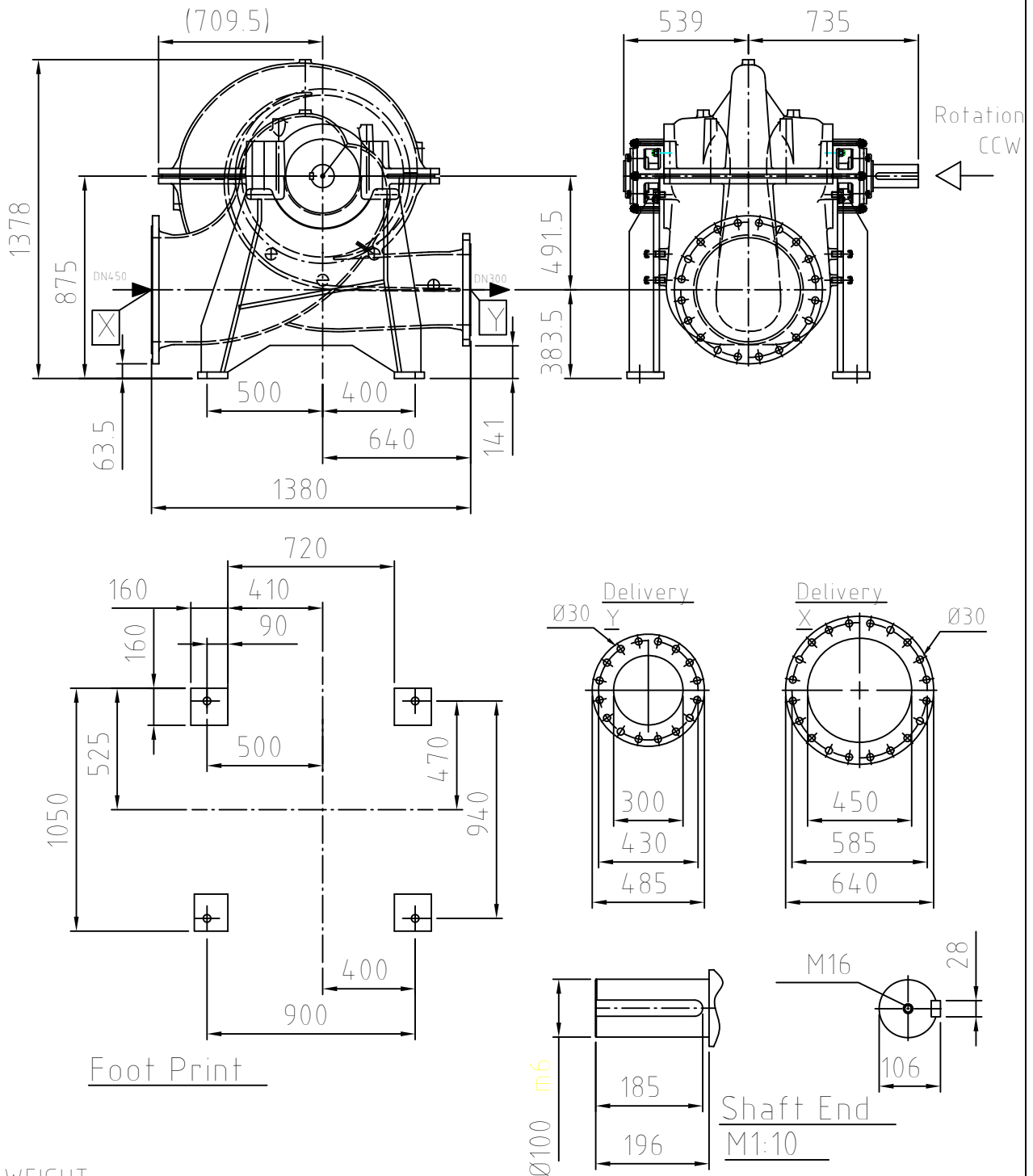
Conn.	Type of conn.	Dim.	Standard	Connection for
X	Flange	DN450	DIN2501-PN16	Water inlet
Y	Flange	DN300	DIN2501-PN25	Water outlet

Jason Engineering AS Norway			300x450 OGF Centrifugal Pump		TU Z1017-021	
Drawn	Date 29.03.2004	Sign. MCE	Outline Drawing Long Legged- CW		Page: 1	of: 1
Design.	29.03.2004	MCE	Scale: 1:25	Filename: Z1017-021-001	4	Rev. index 01
Checked	29.03.2004	PR				Date: 28.05.2004




Conn.	Type of conn.	Dim.	Standard	Connection for
X	Flange	DN450	DIN2501-PN16	Water inlet
Y	Flange	DN300	DIN2501-PN25	Water outlet

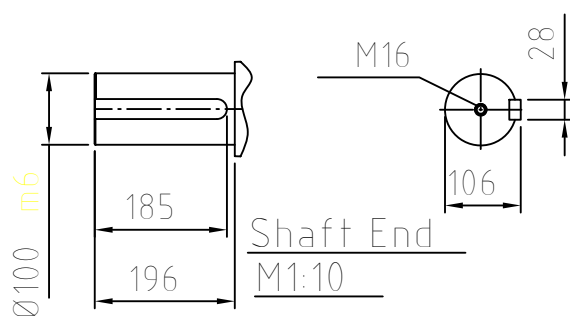
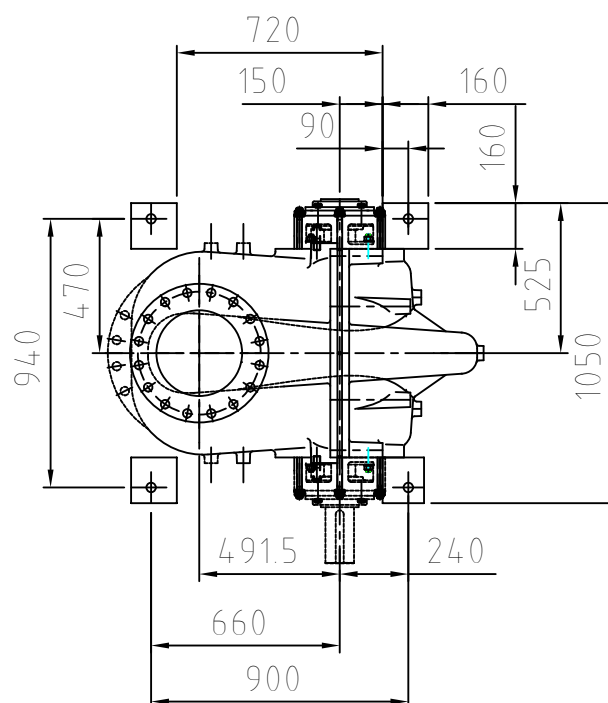
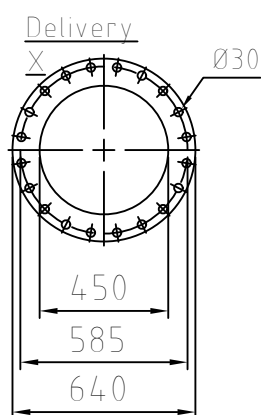
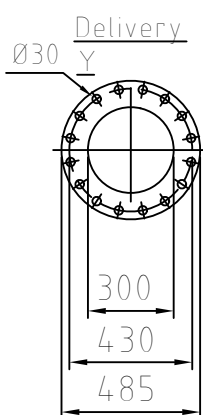
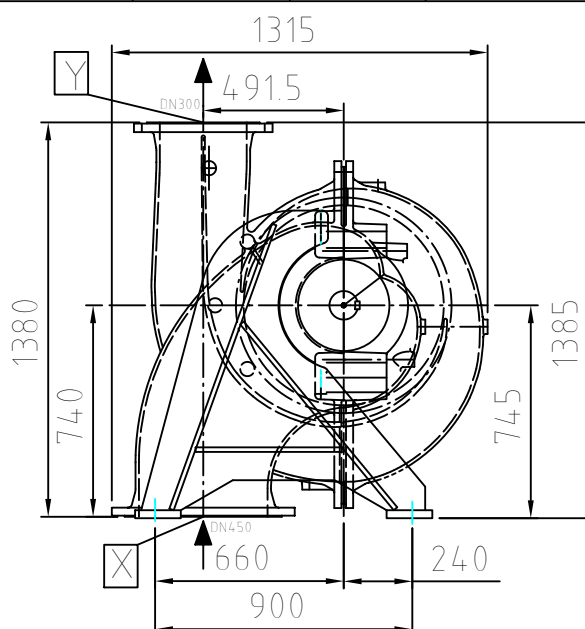
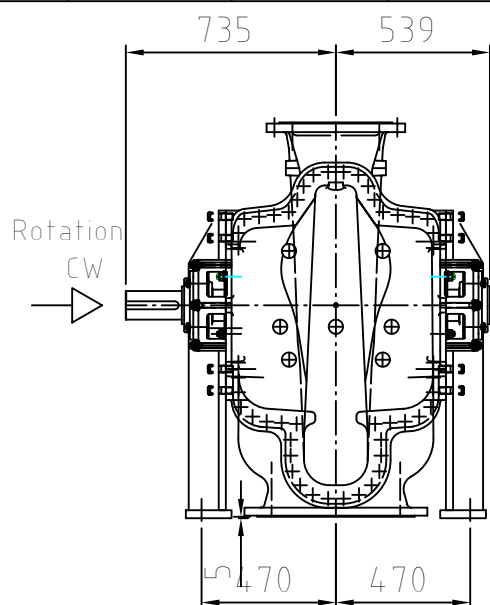
Jason Engineering AS Norway			300x450 OGF Centrifugal Pump		TU Z1017-022	
Drawn	Date 31.03.2004	Sign. MCE	Outline Drawing Long Legged- CCW		Page: 1	of: 1
Design.	31.03.2004	MCE	Scale: 1:25	Filename: Z1017-022-001	4	Rev. index 01
Checked	31.03.2004	PR				Date: 28.05.2004



WEIGHT:
(1520)kg

Conn.	Type of conn.	Dim.	Standard	Connection for
X	Flange	DN450	DIN2501-PN16	Water inlet
Y	Flange	DN300	DIN2501-PN25	Water outlet

Jason Engineering AS Norway			300x450 OGF Centrifugal Pump			TU Z1017-023	
Drawn	Date 01.04.2004	Sign. MCE	Outline Drawing Long Legged- CW			Page: 1	of: 1
Design.	01.04.2004	MCE	Scale: 1:25	Filename: Z1017-023-002		4	Rev. index 02
Checked	01.04.2004	PR					Date: 08.03.2005

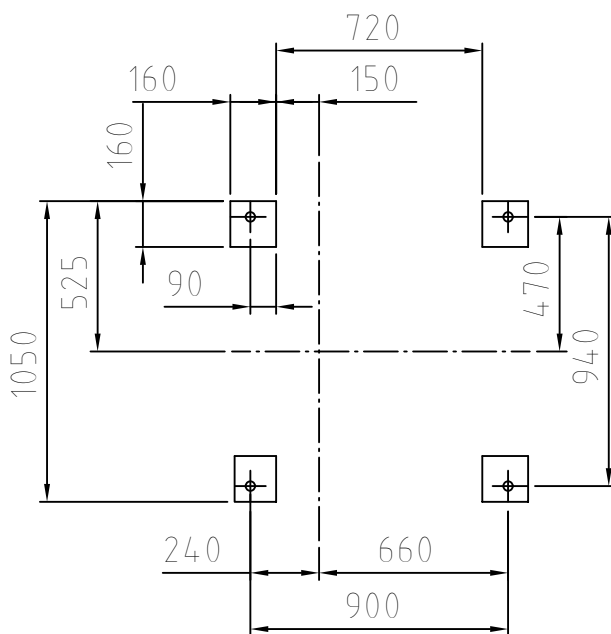
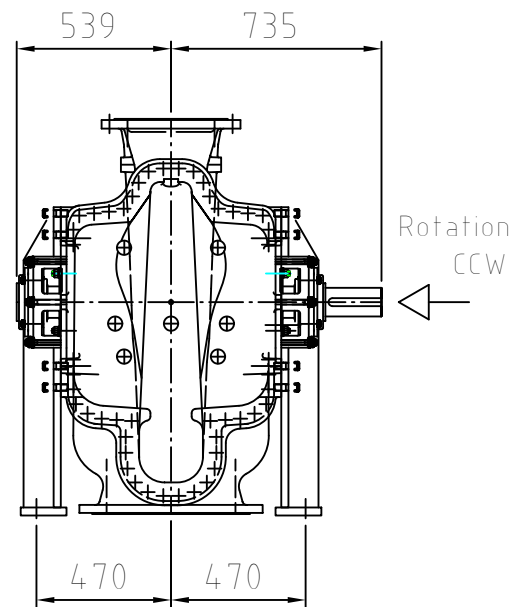
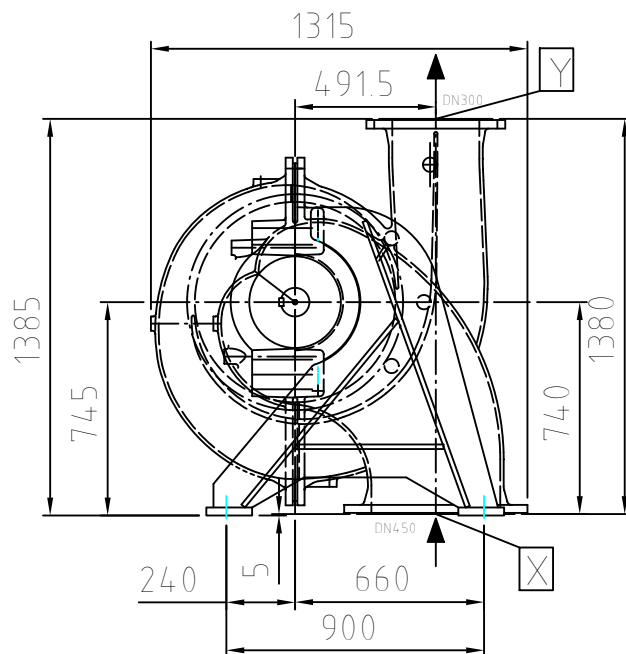


Foot Print

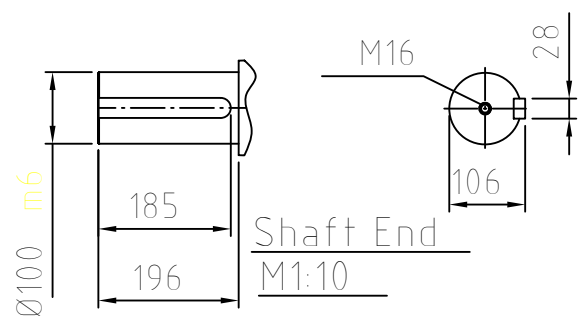
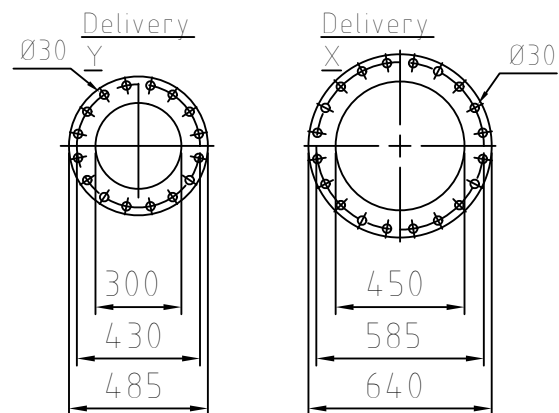
WEIGHT:
(1520)kg

Conn.	Type of conn.	Dim.	Standard	Connection for
X	Flange	DN450	DIN2501-PN16	Water inlet
Y	Flange	DN300	DIN2501-PN25	Water outlet

Jason Engineering AS Norway			300x450 OGF Centrifugal Pump		TU Z1017-024	
Drawn	Date 01.04.2004	Sign. MCE	Outline Drawing Long Legged- CCW		Page: 1	of: 1
Design.	01.04.2004	MCE	Scale: 1:25	Filename: Z1017-024-001	4	Rev. index 01
Checked	01.04.2004	PR				Date: 28.05.2004



Foot Print



Shaft End
M1:10

WEIGHT:
(1520)kg

Conn.	Type of conn.	Dim.	Standard	Connection for
X	Flange	DN450	DIN2501-PN16	Water inlet
Y	Flange	DN300	DIN2501-PN25	Water outlet

FIRE MONITOR

Model MM602HJF-F-C-02

FIREFIGHTING



Design Data

- Max capacity: 1200 m³/h
- Pressure class: PN 16
- Size: DN 150 mm
- Standard flange: DIN 2633 FF
- Weight: 150 kg
- Elevation: -30°/+75° max
- Azimuth sweep: 330° max

GENERAL DESCRIPTION

JASON model MM602HJF-F-C-02, is a single flow path marine fire fighting monitor, designed for applications, such as Fire Fighting Vessels, Supply Vessels and Ocean going Tugs. It is electric hydraulic remote controlled and fitted with a fixed capacity Jet/Fog type nozzle. Nozzle control accomplished from the monitor's control panel, which enables adjustment of the jet type from straight stream to fog shape. This special capability makes the remote controlled nozzle a far better tool against fire than more conventional fixed nozzle monitors equipped with a deflector.

MAIN DATA

- Model:** MM602HJF-F-C-02
- Type:** Single flow path water monitor with electric/hydraulic remote control and fitted with jet/fog nozzle.
- Operation:** Hydraulic motors and joy-stick remote control. Two hand wheels for manual back up. The hand wheels may be disconnected in remote control mode
- Materials:** Waterway in bronze and high grade stainless steel. Gear housing in cast iron. Swivels and gears sealed and greased for life. AISI 316 hydr. tubes and fittings. Carbon/teflon type water seals

REMOTE CONTROL

The monitor and Jet Fog nozzle are controlled by a self-contained hydraulic system. The complete system with power unit and control valves are mounted within a stainless steel cabinet and fitted on the monitor. Two hydraulic motors operate monitor movement and two cylinders control the Jet/Fog nozzle. Remote control is then by Joy-stick and push buttons.



JASON ENGINEERING A/S
PO BOX 2151 Strømsø
3003 DRAMMEN
NORWAY

PH: + 47 32 20 45 50
FAX: + 47 32 20 45 60

jason@jason.no
www.jason.no

FIRE MONITOR

Model MM602HJF-F-C-02

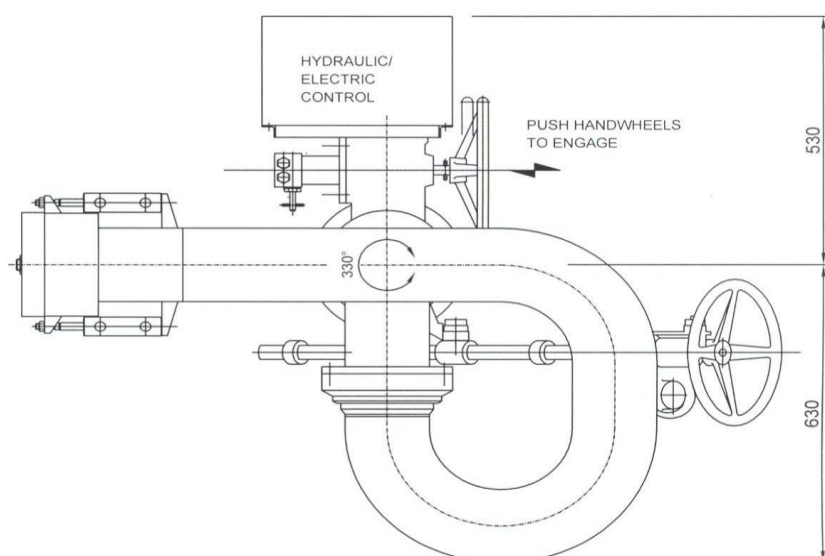
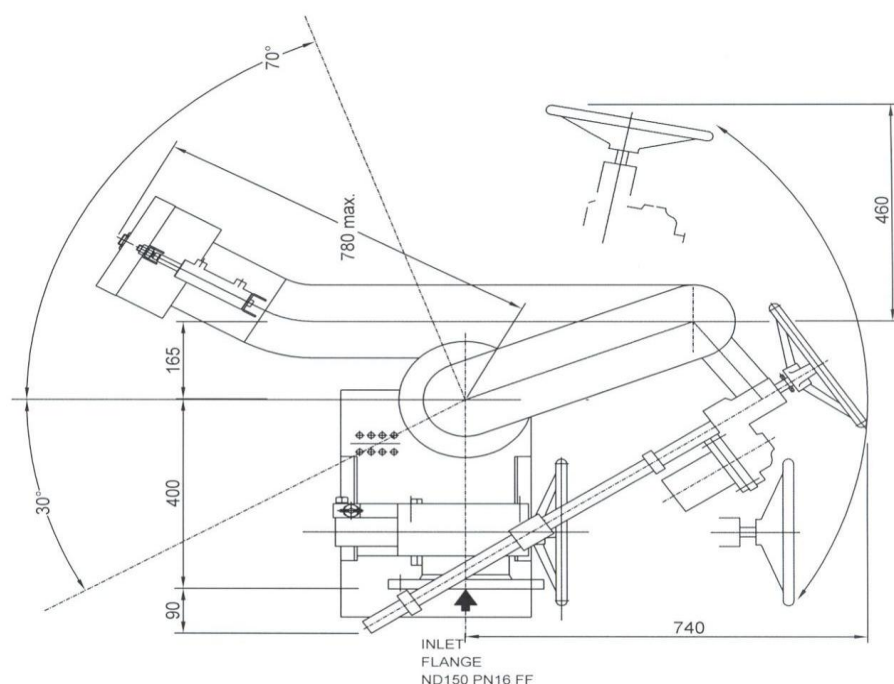
FIREFIGHTING



PERFORMANCE DATA (EXAMPLE ONLY)

Capacity:	1200/300 m ³ /h.
Inlet pressure:	12 bar
Length of jet:	130m (with straight jet)
Reaction force:	15 kN

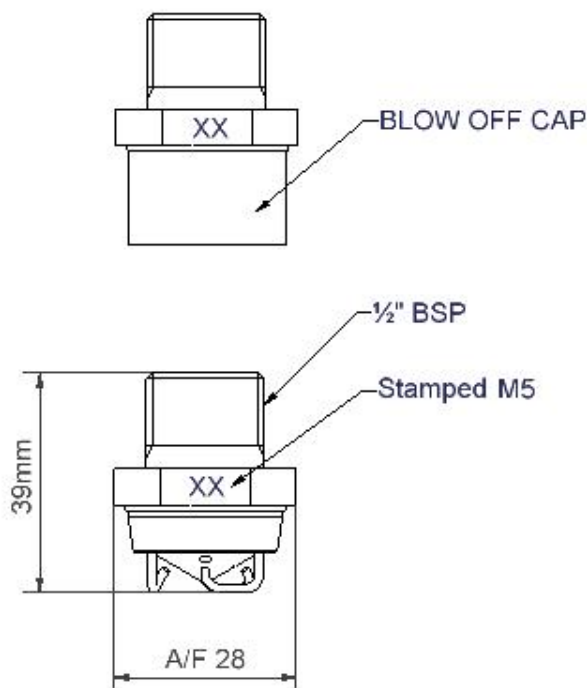
MAIN DIMENSIONS



JASON ENGINEERING A/S
PO BOX 2151 Strømsø
3003 DRAMMEN
NORWAY

PH: + 47 32 20 45 50
FAX: + 47 32 20 45 60

jason@jason.no
www.jason.no



TECHNICAL SPECIFICATION:

K Factor:	5 (metric)
Spray angle	90°
Drop Size:	See table
Materials Nozzle:	Brass with NiSn plating Stainless Steel 316
Materials Filter:	Stainless Steel 316
Materials Blow off Cap:	SS 304 with PTFE bush
Weight:	88g
Thread:	1/2" BSPT
Working Pressure:	3.5 - 16 Bar
Extinguishing Agent:	Fresh water, Seawater or Foam enhanced water

Water Droplet Sizes:

BAR	D _{V90} µm	D _{V50} µm	D _{V10} µm
3	277	171	69
7	250	151	55
12	247	138	50

DESCRIPTION

The GW M5 Nozzle is a low pressure water mist nozzle designed for a large variety of applications and hazards. M5 Nozzles are suitable for installation in dry pipe systems.

The Nozzles are designed to produce a fine mist of small water droplets. This makes the nozzles suitable for fire protection of occupancies such as engine rooms, turbine enclosures, paint booths, cable tunnels, switchboards installations, other enclosed occupancies with limited draft conditions, which are suitable for fire protection with water mist.

GW Sprinkler recommends the use of Angus Tridol AFFF foam when enhancement is necessary.

The GW M5 Water Mist Nozzles are fitted with blow-off protection caps. The caps protect the nozzles during shipping, handling and installation, and automatically blow off due to pressure in the pipe work during discharge.

INSTALLATION

The GW M-Series Water Mist Nozzles should be installed in a pipe system made of stainless steel or copper alloys. Plastic piping may be used in occupancies where authorities and local regulations allow plastic piping for traditional sprinkler systems. A "Y" type strainer with a mesh size of no more than 1.2mm must be fitted to the inlet of the dry sprinkler pipes. Nozzle pipes should be cleaned with compressed air or flushed with clean fresh water prior to the installation of the nozzles.

Nozzles may be installed in the horizontal and pendent vertical positions. Nozzles are only to operate in clean fresh or saline water.

The right is reserved to vary or modify any specifications without prior notice.

GW SPRINKLER A/S
 Kastanievej 15, DK 5620-Glamsbjerg, Denmark
 Tel: +45 64722055 Fax: +45 64722255
 email: sales.dep@gwsprinkler.com
 data sheet also available at: www.gwsprinkler.com

Data sheet: GW-Watermist M5 Nozzle
 Page: 1 of 2
 Issue: 3 – April 2014
 Ref no.: 140187

Approvals

Lloyds, DNV, BV, USCG, GL

Full Flooding Systems:

FM Test: The M5 nozzle is specification tested under Project ID 3013524 in accordance to International Maritime Organisation (IMO) MSC/CIRC.668 and MSC/CIRC.728 for Class 3 Category A Engine Room with M2 nozzle installed in bilge areas. The test does not include the Blow off Cap or St.Steel Nozzle.

FM Approval: The M5/M2 Water mist System for the protection of Machinery Spaces and Special Hazard Machinery Spaces in enclosures with volumes not exceeding 3350m³ is FM approved under Project ID 3009895. The approval does not include the Blow off Cap or St.Steel Nozzle).

Local Application Systems:

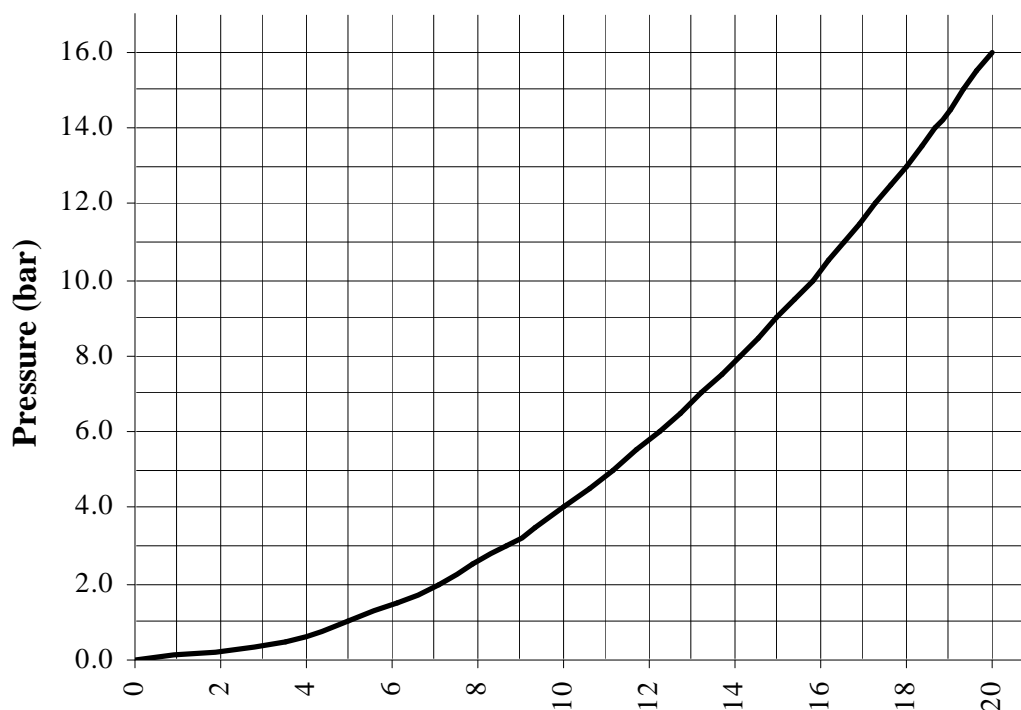
The M5 nozzle is specification tested in accordance to International Maritime Organisation (IMO) MSC/CIRC.913 for Class 3 Category A Engine Room with M2 nozzle installed in bilge areas.

Reference

IMO (International Maritime Organisation) MSC/Circ.668 & 728 and GW Manual no.894 (Full Flooding)

IMO (International Maritime Organisation) MSC/Circ.913 and GW Manual no.846 (Local Application)

Pressure/Flow Graph



The right is reserved to vary or modify any specifications without prior notice.

GW SPRINKLER A/S

Kastanievej 15, DK 5620-Glamsbjerg, Denmark

Tel: +45 64722055 Fax: +45 64722255

email: sales.dep@gwsprinkler.com

data sheet also available at: www.gwsprinkler.com

Data sheet: GW-Watermist M5 Nozzle

Page: 2 of 2

Issue: 3 – April 2014

Ref no.: 140187

Anexo VI: Elementos achique de sentina



Serie • Series

LN

BOMBAS CENTRIFUGAS VERTICALES IN-LINE SERIE LN

CENTRIFUGAL VERTICAL IN-LINE PUMPS SERIES LN

POMPES CENTRIFUGES VERTICALES IN-LINE SERIE LN



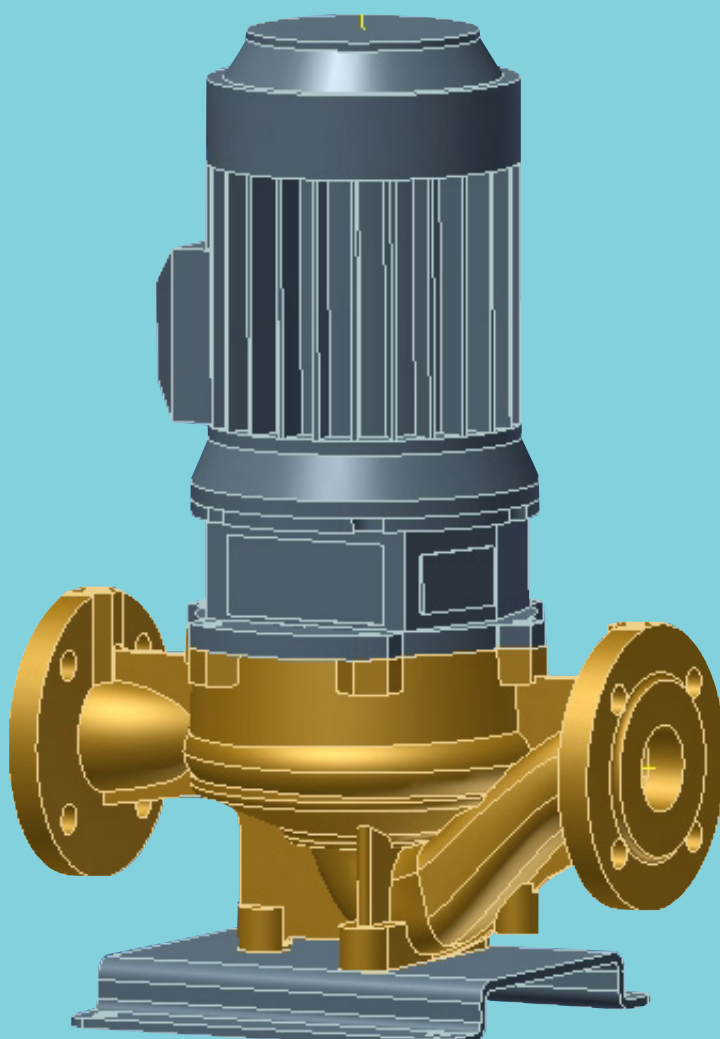
pumps

pumpen

azcue

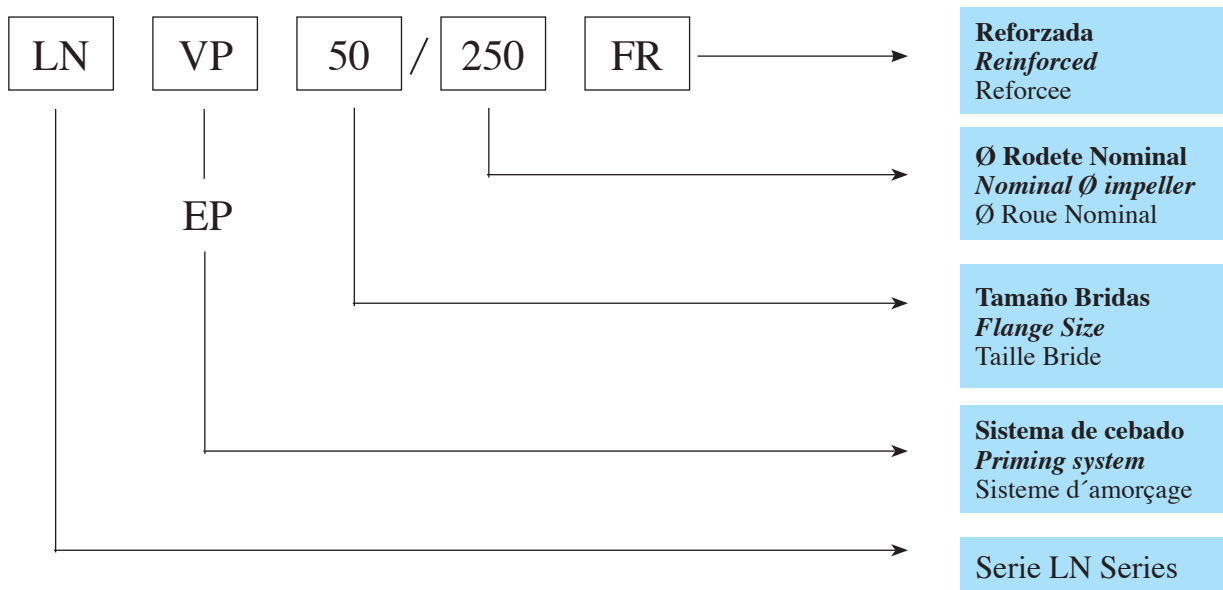
bombas

pompes





Nomenclatura / Description / Denomination



Materiales / Materials / Materiaux

Voluta Volute casing	Bronce / Bronze	Hierro fundido / Cast Iron / Fonte
Rodete Impeller	Bronce / Bronze	Hierro fundido / Cast Iron / Fonte
Tapa del cuerpo Casing cover	Bronce / Bronze	Hierro fundido / Cast Iron / Fonte
Eje Shaft	Acero Inoxidable / Stainless Steel / Acier Inox	

Diseño

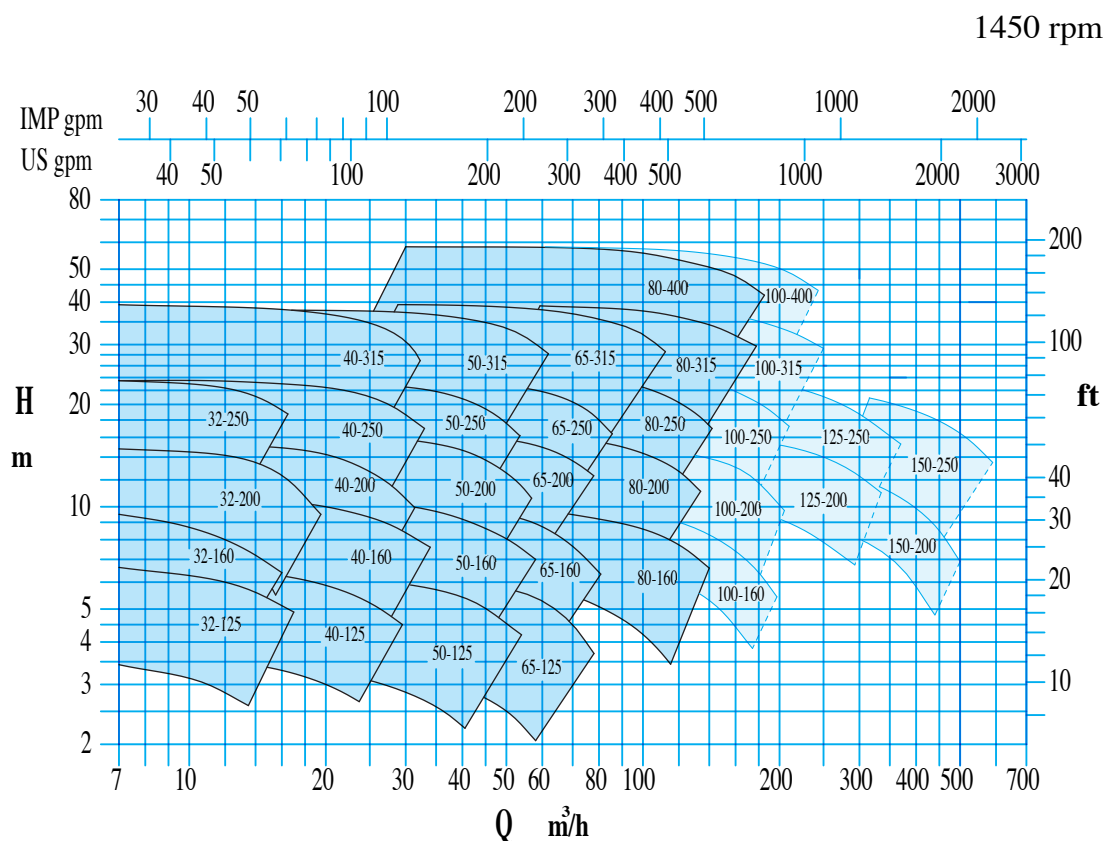
- Bomba centrífuga vertical IN-LINE.
- Fácil desmontaje.
- Bomba con alto rendimiento y bajo NPSH, que hace que la bomba tenga una gran capacidad de aspiración.

Design

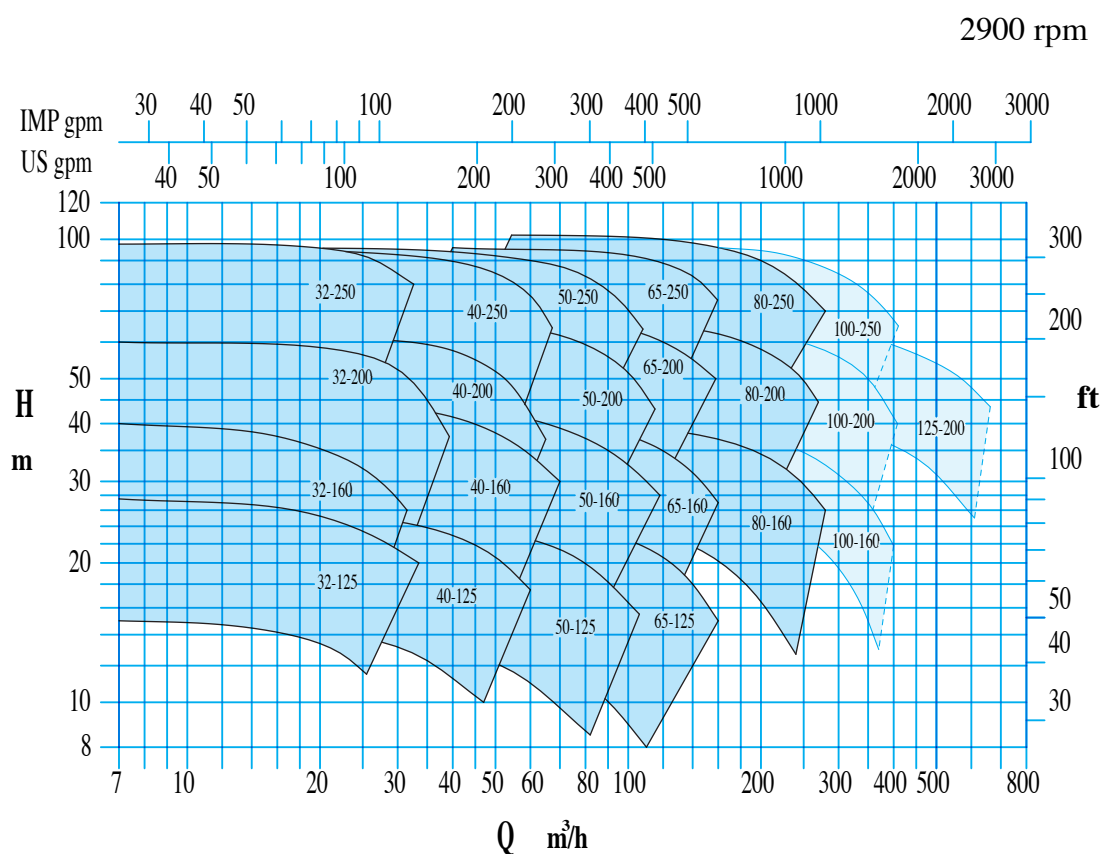
- IN-LINE vertical centrifugal pump.
- Easy dismantling.
- Pump with high efficiency and low NPSH, consequently the pump has a great suction capacity.

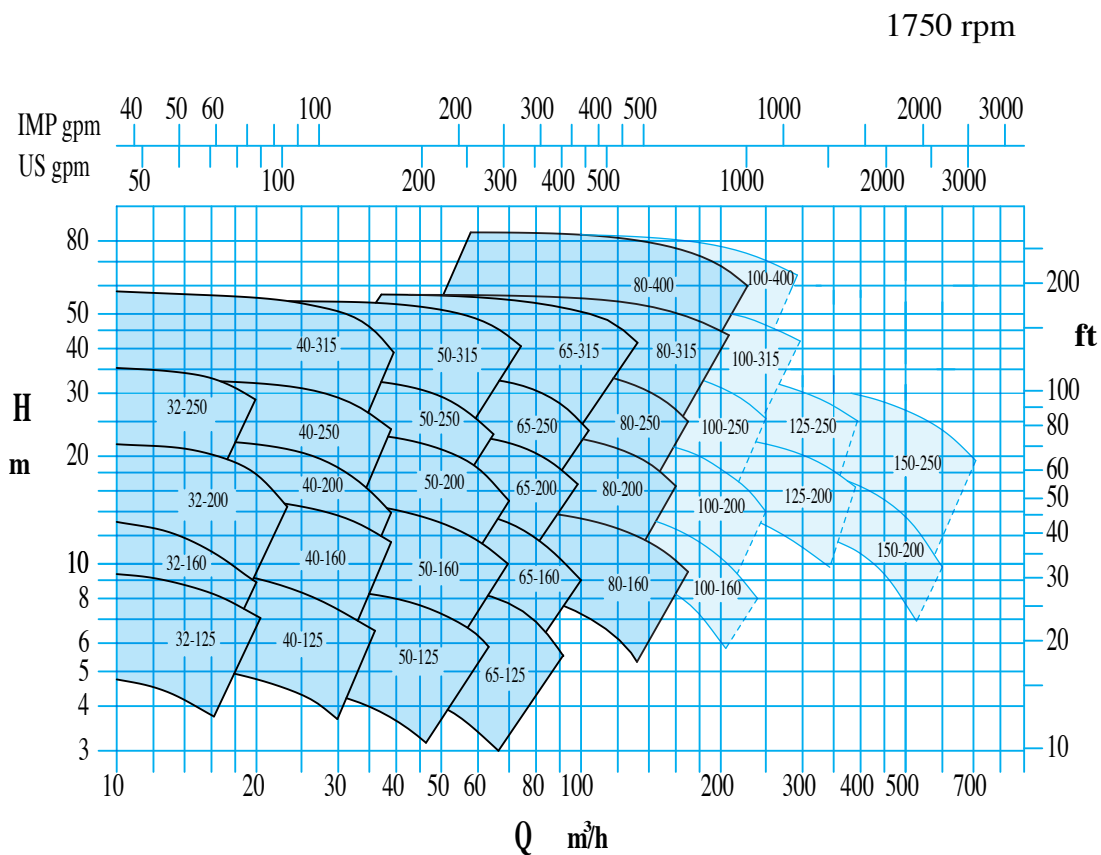
Desin

- Pompe centrifuge verticale IN-LINE.
- Demontage facile.
- Pompe avec un haut rendement et bas NPSH, qui fait a la pompe avoir une grande capacité d' aspiration.

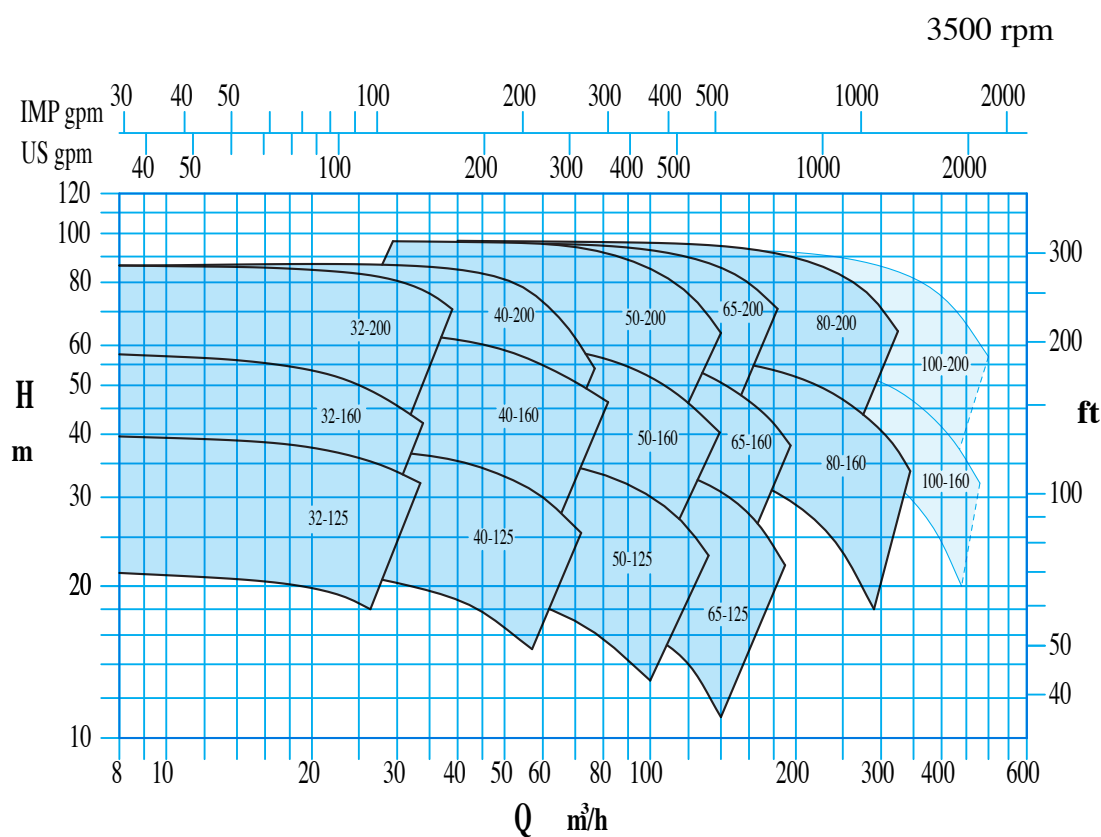


----- Consultar / Consult / Consulter



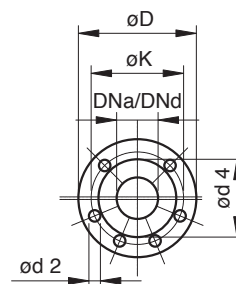
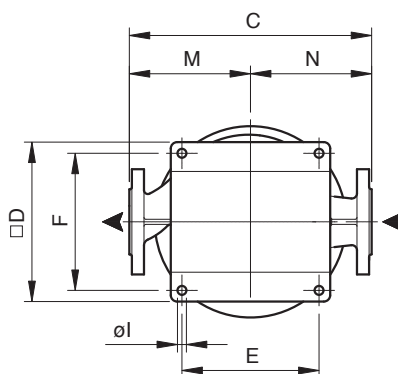
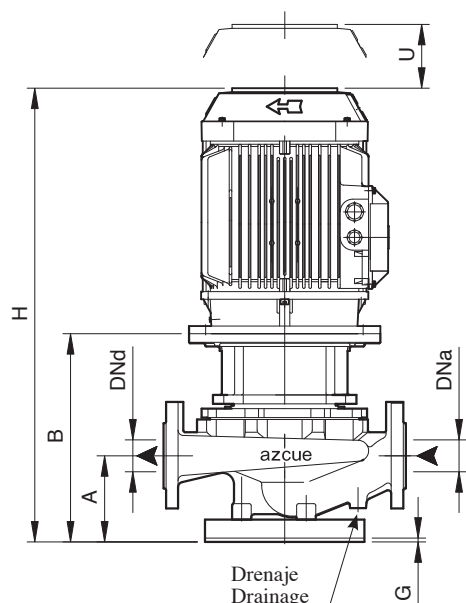


----- Consultar / Consult / Consulter





Serie LN Series



DIN 2501, Pn16

Dna/Dnd	32	40	50	65	80	100	125
d4	78	88	102	122	138	158	188
K	100	110	125	145	160	180	210
D	140	150	165	185	200	220	250
Nº	4	4	4	4	8	8	8
d2	18	18	18	18	18	18	18

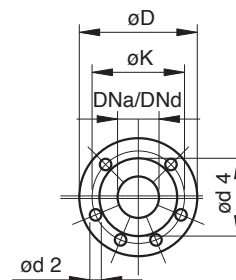
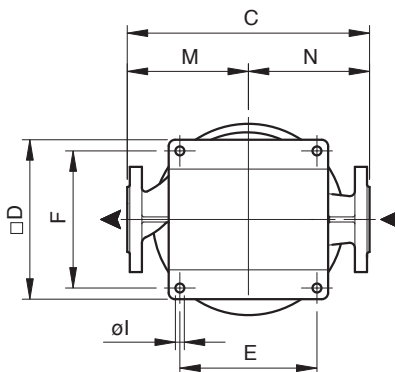
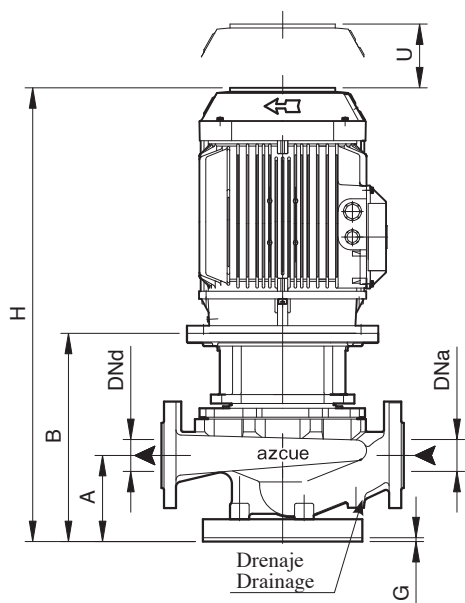
2900 rpm

Tipo Type	Motor KW	DNa	DNd	A	D	F	E	I	M	N	C	G	U	B	H	Kg
32/160	2,2	50	50	147	250	215	215	14	170	170	340	6	100	300	570	53
	3													310	620	65
	4													310	620	70
	5,5													330	715	80
32/200	4	50	50	135	250	215	215	14	190	190	380	6	100	306	616	75
	5,5-7,5													327	712	90
	11-15				350	315	250	18	190	190	380	6	100	356	886	130
32/250	5,5-7,5	50	50	142	350	315	250	18	225	225	450	8	100	333	718	100
	11-15													363	893	140
	18,5													363	893	150
40/125	2,2	65	65	147	250	215	215	14	170	170	340	6	100	308	578	50
	3													318	628	65
	4													318	628	70
	5,5-7,5													338	723	80
40/160	4	65	65	147	250	215	215	14	170	170	340	6	100	318	628	75
	5,5-7,5													338	723	85
	11				350	315	250	18	170	170	340	6	100	368	898	125
40/200	5,5-7,5	65	65	155	350	315	250	18	220	220	440	8	100	339	724	90
	11-15													369	899	130
	18,5													369	899	140
40/250	11-15	65	65	151	350	315	250	18	225	225	450	8	100	373	903	190
	18,5													373	903	160
	22													953	190	190
	30			171	450	400	400	23	225	225	450	10	100	393	1036	235
50/125	3	80	80	166	350	315	250	18	170	190	360	8	100	339	649	75
	4													349	734	80
	5,5-7,5													379	909	90
	11													379	909	130
50/160	5,5-7,5	80	80	172	350	315	250	18	200	200	400	8	100	363	748	90
	11-15													393	923	130
50/200	11-15	80	80	181	350	315	250	18	250	250	500	8	100	395	925	135
	18,5														975	145
	22														975	160
	30														1058	200

Sujeto a cambios / Subject to alterations / Sujet a des modifications



Serie LN Series



DIN 2501, Pn16

Dna/Dnd	32	40	50	65	80	100	125
d4	78	88	102	122	138	158	188
K	100	110	125	145	160	180	210
D	140	150	165	185	200	220	250
Nº	4	4	4	4	8	8	8
d2	18	18	18	18	18	18	18

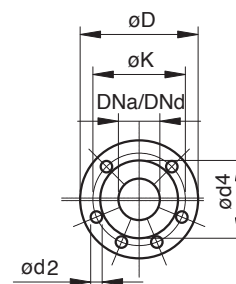
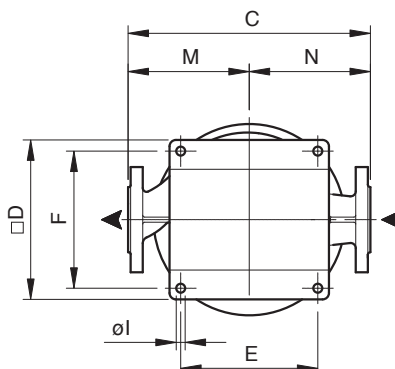
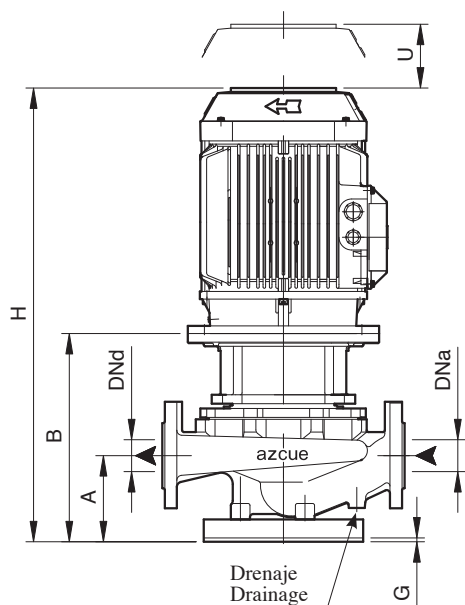
2900 rpm

Tipo Type	Motor KW	DNa	DNd	A	D	F	E	I	M	N	C	G	U	B	H	Kg
50/250	15	80	80	168	350	315	250	18	250	250	500	8	100	389	919	160
	18,5														979	170
	22														1039	200
	30			188	450	400	400	23	250	250	500	10	100	409	1039	245
	37														1039	265
65/125	4	100	100	179	350	315	250	18	200	200	400	8	100	350	660	75
	5,5-7,5													370	755	85
	11-15													400	910	125
	18,5															135
65/160	5,5-7,5	100	100	185	350	315	250	18	220	220	440	8	100	403	933	100
	11-15															140
	18,5															150
	22			205	450	400	400	23	220	220	440	8	100	423	1053	180
	30															225
65/200	15	100	100	191	350	315	250	18	250	250	500	8	140	421	951	145
	18,5															155
	22															185
	30			211	450	400	400	23	250	250	500	8	140	441	1141	235
	37															265
65/250	18,5	100	100	192	350	315	250	18	280	280	560	8	140	445	951	180
	22													445	1001	220
	30			212	450	400	400	23	280	280	560	8	140	465	1165	270
	37															300
80/160	15	125	125	235	450	400	400	23	245	245	490	8	140	452	977	140
	18,5														1027	150
	22														1167	180
	30															230
80/200	18,5	125	125	240	450	400	400	23	275	275	550	8	140	487	1067	185
	22														1117	200
	30														1181	255

Sujeto a cambios / Subject to alterations / Sujet a des modifications



Serie LN Series



DIN 2501, Pn16

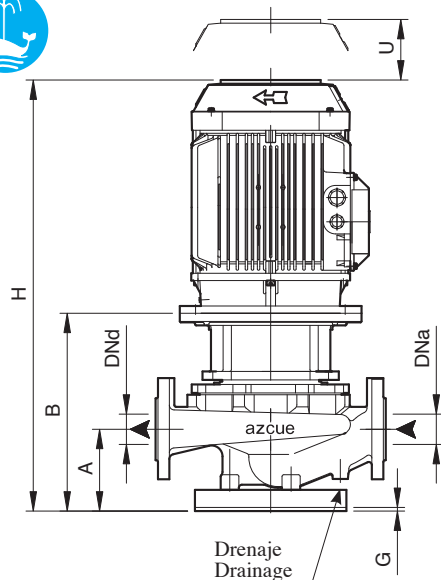
Dna/Dnd	32	40	50	65	80	100	125
d4	78	88	102	122	138	158	188
K	100	110	125	145	160	180	210
D	140	150	165	185	200	220	250
N°	4	4	4	4	8	8	8
d2	18	18	18	18	18	18	18

1450 rpm

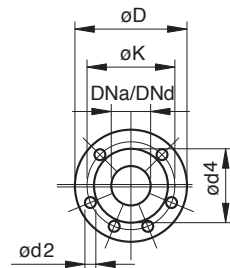
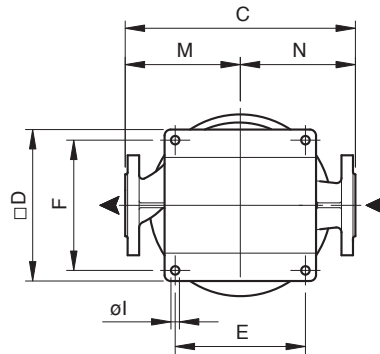
Tipo Type	Motor KW	DNa	DNd	A	D	F	E	I	M	N	C	G	U	B	H	Kg
32/160	0,37	50	50	147	250	215	215	14	170	170	340	6	100	300	510	40
	0,55														535	43
	0,75														535	45
32/200	0,75	50	50	135	250	215	215	14	190	190	380	6	100	296	531	60
	1,1														566	65
	1,5														566	65
32/250	2,2	50	50	142	350	315	250	18	225	225	450	8	100	306	616	70
	1,1														303	573
	1,5														303	70
40/125	2,2-3	65	65	147	250	215	215	14	170	170	340	6	100	308	623	75
	0,37														538	35
	0,55														578	40
40/160	0,75	65	65	147	250	215	215	14	170	170	340	6	100	308	628	40
	1,1														628	45
	1,5														543	65
40/200	2,2	65	65	155	350	315	250	18	220	220	440	8	100	308	578	65
	0,75														578	70
	1,1														578	70
40/250	1,5	65	65	151	350	315	250	18	225	225	450	8	100	309	628	75
	2,2-3														544	65
	4														579	70
40/315	1,1	65	65	167	350	315	250	18	250	250	500	8	100	309	629	75
	1,5														579	70
	2,2-3														629	75
50/125	4	80	80	166	350	315	250	18	170	190	360	8	100	313	583	70
	1,1														583	70
	1,5														583	75
50/160	2,2	80	80	172	350	315	250	18	200	200	400	8	100	313	633	80
	0,75														633	80
	1,1														633	110
50/200	1,5	80	80	181	350	315	250	18	250	250	500	8	100	313	687	115
	2,2-3														785	125
	4														960	160
50/250	11	80	80	166	350	315	250	18	170	190	360	8	100	329	564	65
	0,55														564	65
	0,75														599	70
50/315	1,1	80	80	172	350	315	250	18	200	200	400	8	100	333	599	70
	1,5														599	70
	2,2														568	55
50/400	0,75	80	80	181	350	315	250	18	250	250	500	8	100	343	603	60
	1,1														603	60
	1,5														653	65
50/500	2,2	80	80	181	350	315	250	18	250	250	500	8	100	336	606	60
	1,1														606	60
	1,5														656	65
50/600	2,2-3	80	80	181	350	315	250	18	250	250	500	8	100	346	656	70
	4														656	70
	1,1														656	70

Sujeto a cambios / Subject to alterations / Sujet a des modifications

www.castlepumps.com



Serie LN Series



DIN 2501, Pn16

Dna/Dnd	32	40	50	65	80	100	125
d4	78	88	102	122	138	158	188
K	100	110	125	145	160	180	210
D	140	150	165	185	200	220	250
Nº	4	4	4	4	8	8	8
d2	18	18	18	18	18	18	18

1450 rpm

Tipo Type	Motor KW	DNa	DNd	A	D	F	E	I	M	N	C	G	U	B	H	Kg
50/250	2,2-3	80	80	168	350	315	250	18	250	250	500	8	100	339	649	75
	4															80
	5,5															95
50/315	4	80	80	182	350	315	250	18	300	300	600	8	100	393	703	110
	5,5															125
	7,5															130
	11															170
65/125	0,55	100	100	179	350	315	250	18	200	200	400	8	100	340	575	55
	0,75															55
	1,1															60
	1,5															60
	2,2															70
65/160	1,1	100	100	185	350	315	250	18	220	220	440	8	100	343	613	60
	1,5															60
	2,2-3															70
65/200	2,2-3	100	100	191	350	315	250	18	250	250	500	8	140	371	681	80
	4															85
	5,5															100
65/250	3	100	100	192	350	315	250	18	280	280	560	8	140	385	695	105
	4															110
	5,5															125
	7,5															130
65/315	5,5	100	100	216	450	400	400	23	320	320	640	8	140	439	824	150
	7,5															155
	11-15															185
80/160	1,5	125	125	235	450	400	400	23	245	245	490	8	140	402	672	65
	2,2-3															75
	4															85
	5,5															95
80/200	3	125	125	240	450	400	400	23	275	275	550	8	140	437	747	110
	4															120
	5,5															130
	7,5															145
	11															165
80/250	4	125	125	242	450	400	400	23	300	300	600	8	140	445	755	140
	5,5															150
	7,5															165
	11															180
	15															190
80/315	11	125	125	242	450	400	400	23	330	330	660	8	140	495	1025	190
	15															200
	18,5															210
	22															225
	30															240
80/400	15	125	125	250	450	400	400	23	375	375	750	8	140	510	1040	260
	18,5															270
	22															285
	30															300
	37															315

Sujeto a cambios / Subject to alterations / Sujet a des modifications

www.castlepumps.com



Serie LN Series

Denominacion		Cuerpo Casing Corps	Tapa del cuerpo Casing cover Couverture de corps	Eje Shaft Arbre	Rodete Impeller Roue	Linterna soporte motor Motor stool Lanterne-support de moteur	Cierre mecánico Mechanical seal Garniture mecanique	Anillo desgaste voluta Volute wear ring Bague d'usure couvercle	Anillo desgaste tapa Cover wear ring Bague d'usure couvercle	Junta plana Gasket Joint plat	Tuerca rodete Impeller nut Ecroû roue
Referencia		1112	1221.1	2100	2200	3160	4200	1500.1	1500.2	4590.1	2912
TIPO BOMBA / POMPE TYPE / PUMP TYPE	32/125	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
	32/160	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1
	32/200	3	2	1	3	1	1	1	2	2	1
	32/250	4	3	1	4	1	1	1	3	3	1
	40/125	5	1	1	5	1	1	4	2	1	1
	40/160	6	1	1	6	1	1	4	2	1	1
	40/200	7	2	1	7	1	1	4	2	2	1
	40/250	8	3	1	8	1	1	4	3	3	1
	40/315	9	4	2	9	2	2	5	6	4	2
	50/125	10	1	1	10	1	1	2	2	1	1
	50/160	11	1	1	11	1	1	2	2	1	1
	50/200	12	2	1	12	1	1	2	2	2	1
	50/250	13	3	1	13	1	1	2	3	3	1
	50/315	14	5	2	14	2	2	7	8	4	2
	65/125	15	1	1	15	1	1	7	2	1	1
	65/160	16	6	1	16	1	1	7	9	1	1
	65/200	17	7	1	17	1	1	7	9	2	1
	65/250	18	8	2	18	2	2	9	8	3	2
	65/315	19	5	2	19	2	2	9	8	4	2
	80/160	20	6	1	20	1	1	6	9	1	1
	80/200	21	9	2	21	2	2	6	8	2	2
	80/250	22	8	2	22	2	2	6	8	3	2
	80/315	23	5	2	23	2	2	6	8	4	2
	80/400	24	10	3	24	3	3	8	10	5	3

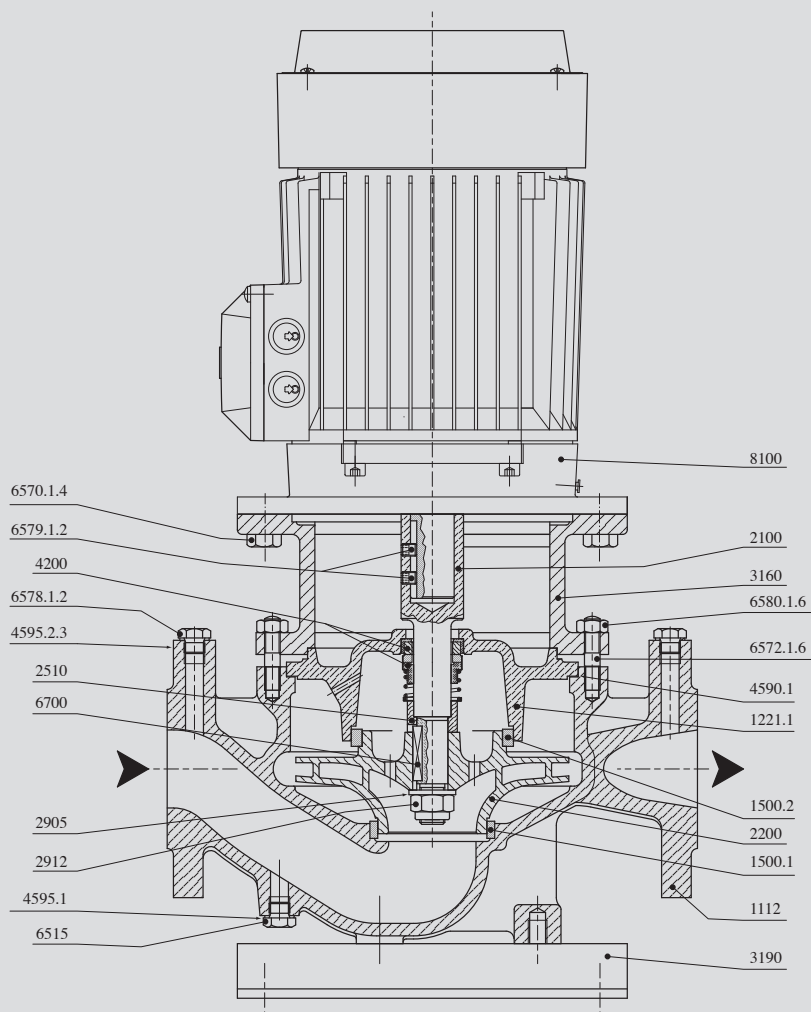
La serie LN posee distintos ejes y linternas motor para cada tipo de bomba, en función de los distintos motores.

LN series has different shafts & motor lantern for the same pump type, depending on the different motors.

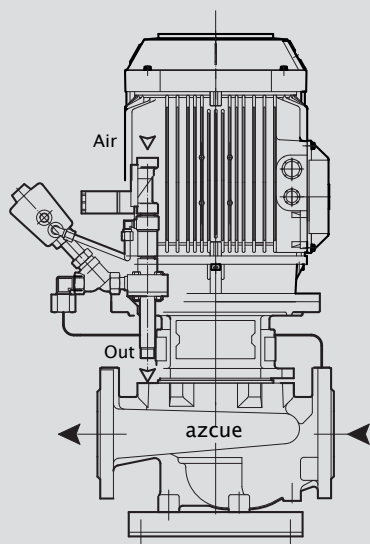
La serie LN ensemble different arbres et lanternes de moteur pour chaque type de pompe, par rapport aux différents moteurs.



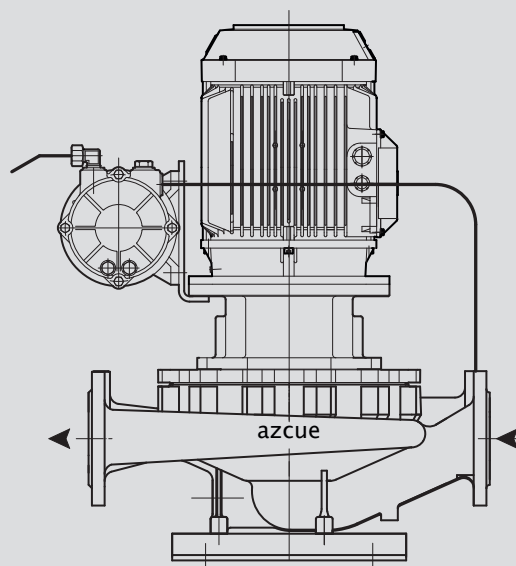
Serie LN Series



LN-VP



LN-EP





Serie LN Series

Denominación / Description / Denomination	Ref.
Voluta / Volute casing / Volute	1112
Tapa del cuerpo / Casing cover / Couvercle	1221.1
Anillo de desgaste / Casing wear ring / Bague d'usure	1500.1
Anillo de desgaste / Casing wear ring / Bague d'usure	1500.2
Eje / Shaft / Arbre	2100
Rodete / Impeller / Roue	2200
Anillo distanciador / Spacer ring / Bague-entretoise	2510
Arandela / Washer / Rondelle	2905
Tuerca de bloqueo del rodete / Impeller nut / Erou de blocage roue	2912
Linterna soporte del motor / Motor stool / Lanterne-support de moteur	3160
Pie / Foot / Pietement	3190
Retén mecánico / Mechanical seal / Garniture mecanique	4200
Junta plana / Gasket / Joint plat	4590.1
Junta circular / Joint ring circular / Joint circulaire	4595.1
Junta circular / Joint ring circular / Joint circulaire	4595.2-3
Tapón vaciado / Drain plug / Bouchon de vidange	6515
Tornillo / Screw / Vis	6570.1-4
Espárrago / Stud / Goujon filete	6572.1-6
Tapón roscado / Threaded plug / Bouchon fileté	6578.1-2
Tornillo de exagono interior/ Socket head cap screw / Boulon a six pans creux	6579.1-2
Tuerca / Nut / Erou	6580.1-6
Chaveta / Key / Clavette	6700
Motor	8100



Anexo VII: Incineradora

TEAMTEC INCINERATORS

Market leaders since 1972 - More than 11 000 units sold world wide



OG400CS with a sluice for continuous feeding of solid waste.
Capacity: 512.000 kcal/h (596 kW)

TEAMTEC Incinerator model OG400C

With its sturdy and compact design and high performance the **OG400C** is one of our most popular models and an *obvious first choice* for solving the waste treatment onboard medium-sized vessels.

COMPACT DESIGN

The TEAMTEC high capacity incinerator models have one of the world's **smallest footprints and overall size**. The incinerators can easily be installed in a corner.

Our incinerators are made from high quality marine components only.

AUTOMATIC CONTROL

TEAMTEC incinerators are all controlled by a state-of-the-art PLC ensuring a **simple and reliable operation, maximum capacity utilisation and minimum fuel consumption**.

Minimum attendance is needed during operation and remote supervision is possible.

LOW OPERATION COSTS

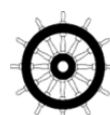
Our unique high temperature cyclone burning principle ensures that all the incinerators in TEAMTEC product range can incinerate sludge oil (waste oil) with water content up to 50% without using support fuel, leaving our incinerators as one of the most **economical** incinerators on the market.

TEAMTEC incinerators have **no strainers or filters** in the sludge oil system and this in addition to several other advantages keeps the maintenance costs to an absolute minimum.

MODULAR CONSTRUCTION

All our incinerators are of a **modular construction** and can, if required, be delivered as a flat-packed unit for assembling onboard the vessel/installation – no parts are bigger than a normal ship door. No welding is needed.

This construction also benefits the life-time maintenance works.



MED APPROVED

TECHNICAL DATA – OG400C model:

version :	C	CS	CW	CSW	CI*	CIS*
Calorific capacity:	512 000 kcal/h 596 kW	512 000 kcal/h 596 kW	512 000 kcal/h 596 kW	512 000 kcal/h 596 kW	625 000 kcal/h 727 kW	625 000 kcal/h 727 kW
Sludge oil capacity **:td>	74 l/h	74 l/h	N/A	N/A	81 l/h	81 l/h
Bilge water capacity:	N/A	N/A	N/A	N/A	140 l/h	140 l/h
Solid waste capacity:	400 l/load	55 kg/h	400 l/load	55 kg/h	400 l/load	55 kg/h
Feeding sluice:	-	Yes	-	Yes	-	Yes
Self cleaning nozzle:	Yes	Yes	N/A	N/A	Yes	Yes
Total weight :	3 020 kg	3 210 kg	2 970 kg	3 170 kg	3 030 kg	3 220 kg
Dimensions (L x W x H mm):	1350x1900x1960	1697x1900x1960	1350x1900x1960	1697x1900x1960	1350x1900x1960	1697x1900x1960
Footprint (L x W mm):	1000x1000	1000x1000	1000x1000	1000x1000	1000x1000	1000x1000
Fuel oil consumption:	14 kg/day	14 kg/day	28 kg/h	28 kg/h	14 kg/day	14 kg/day
Rated el. power (440V):	15 kW	15 kW	12 kW	12 kW	15 kW	15 kW

* With TEAMTEC water injection system. ** IMO-defined sludge oil, 20% water content.

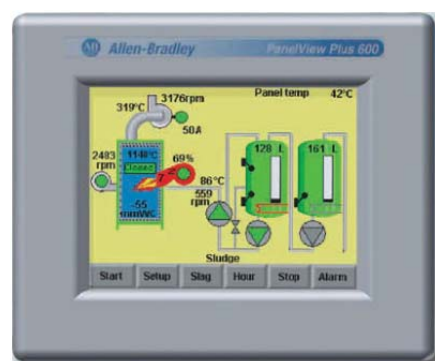
ALL VERSIONS:

Temperature in	
Combustion chamber:	850 - 1 200 °C
Surface temperature:	max. 15 °C above ambient temp.
Flue gas temperature:	350 °C (optional 200°C)
Flue gas back pressure:	max. 150 mm W.C.
Negative pressure in	
Combustion chamber:	from 10 to 35 mm W.C.

All versions (except CW and CSW) burn simultaneously sludge oil and solid waste.

TEAMTEC incinerators are designed and certified in compliance with the IMO resolution MEPC 244(66) (prev. 76 (40)) and IMO MARPOL ANNEX VI.

MED certified and type approved by all major classification societies, incl. US Coast Guard.



PLC colour touch screen panel as standard

OPTIONS:

- Skid/base mounted units
- Containerized units
- Remote control panel / slave panel
- Sludge oil and diesel oil tanks
- Diesel oil transfer and booster pumps
- Sludge tank level indicator in operator display
- Heat tracing control for the sludge circulation line
- Frequency controlled flue gas fan
- Flue gas stack components
- Solutions for ambient temp. above 55°C
- Project versions

BILGE WATER INJECTION:

As an option the incinerator can be equipped with TEAMTEC bilge water injection system to reduce the load on the Oily Water Separator by utilizing the heat from the sludge oil combustion. No additional diesel oil consumption.

With PLC controlled injection of the water while burning sludge oil, you achieve:

- Safe disposal of contaminated water
- Increased sludge capacity (ref. table)
- Reduced NOx emission***

Bilge water injection is approved by major classification societies.

Quick and simple upgrading of existing TEAMTEC incinerators is available.

*** verified by DNV

TeamTec AS

P.O. Box 203, N-4902 Tvedestrand, Norway
Tel. +47 37 19 98 00

Web: www.teamtec.no

e-mail: incinerator@teamtec.no

TG5 – June 2014

Anexo VIII: Estachas



Nuestro Catálogo

DESCARGAR PDF

CERTIFICACIONES

TRILLO
anclas&cadenas

Parque Empresarial de Coirós
Parcela 10
15316 Coirós, A Coruña
España

Tel: +34 981 173 478
Fax: + 34 981 298 705

email: info@rtrillo.com

[Inicio](#) > Estachas

Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	NYLON		ACUILENE*		ACUISTEL*	
		Peso(kg/100m)	MBF (KN)	Peso(kg/100m)	MBF (KN)	Peso(kg/100m)	MBF (KN)
3	24	33.5	112.0	28.8	78.8	28.8	104.0
3 1/2	28	48.5	149.0	39.4	105.0	39.4	139.0
4	32	63.0	192.1	51.1	134.0	51.1	179.0
4 1/2	36	80.0	240.1	64.1	167.0	64.1	224.1
5	40	99.0	294.1	79.1	204.1	79.1	274.1
5 1/2	44	120.0	351.1	97.7	243.1	97.7	327.1
6	48	142.0	412.1	114.5	286.1	114.5	385.1
6 1/2	52	166.0	479.1	134.0	332.1	134.0	448.1
7	56	193.0	550.2	156.0	381.1	156.0	514.1
7 1/2	56	193.0	550.2	156.0	381.1	156.0	514.1
8	64	252.0	709.2	203.6	488.1	203.6	657.2
8 1/2	68	285.0	798.2	230.0	548.1	230.0	737.2
9	72	319.0	887.2	258.0	608.2	258.0	820.2
10	80	394.0	1080.3	319.0	740.2	319.0	995.3
11	88	477.0	1300.4	386.0	887.2	386.0	1190.3
12	96	568.0	1530.4	459.0	1040.3	459.0	1400.4
13	104	666.0	1780.5	536.0	1210.3	536.0	1620.4
14	112	772.0	2050.6	623.0	1390.4	623.0	1880.5
15	120	887.0	2340.6	718.0	1580.4	718.0	2130.6

Anexo IX: Elementos de seguridad y rescate



 **ausmar**

Con toda seguridad

ESPECIALISTAS EN SEGURIDAD EN LA MAR

SPECIALIZING IN SAFETY AT SEA

Servicios / Services

Gracias a la amplia red Ausmar, estamos capacitados para atender a todo tipo de embarcaciones y dar soluciones en todos los aspectos relacionados con la seguridad marítima.

Su agente de seguridad que coordinará cualquier actividad sobre este aspecto en mercantes, buques de pasaje, embarcaciones deportivas, barcos de pesca etc.

Thanks to the wide network of service stations. We are capable to provide to all kinds of ships and give solutions in all fields of safety equipment.

Your safety agent that will coordinate any activity on board merchant ships, passenger ships, yachts, fishing boats etc.

- Revisión de balsas salvavidas multimarca / *Multi-brand liferaft servicing*
- Revisión de chalecos salvavidas / *Lifejacket servicing*
- Revisión de trajes de supervivencia / *Survival suits servicing*
- Revisión de radiobalizas / *EPIRBs servicing*
- Revisión y reparación de botes de rescate y embarcaciones neumáticas / *Servicing and repair of rescue boats and RIBs*
- Revisión de sistemas contra incendios / *Servicing of fire fighting systems*
- Pescantes y botes salvavidas / *Cranes and lifeboats*



Servicios de revisión de balsas salvavidas / Liferaft Servicing

Por las características de nuestras estaciones y la gran presencia en toda España tenemos acuerdos con otras marcas de cobertura total o por áreas que nos permiten dar una rápida respuesta a cualquier demanda de revisión de balsas salvavidas. Ausmar selecciona para ud. los mejores profesionales en cada tarea tutelando todos los trabajos en cualquier lugar del mundo.

Thanks to the extended network of service stations, we are able to service all types of vessels, and offer customized solutions in all areas of safety equipment.

We can become your safety agent, prepared to coordinate all safety needs on merchant vessels, passenger ships, yachts, fishing boats, etc.



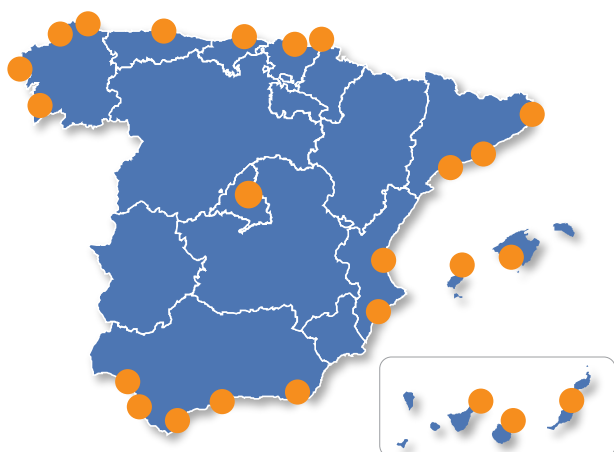
Contamos con una extensa red de estaciones de servicio repartidas por el todo mundo.

Our wide network of service stations is spread right throughout the world.

CONOCE AUSMAR

GET TO KNOW AUSMAR

24 Estaciones de servicio en España 24 service stations in Spain



AUSMAR, establecida desde 1968, cuenta con la red más amplia de estaciones de revisión de balsas salvavidas en España. El valor de la gran red de estaciones y el conocimiento de los técnicos y empleados del grupo han permitido ampliar la tipología de servicios y productos relacionados con la seguridad en la mar.

Después de más de cuarenta años en el sector, AUSMAR sigue con el compromiso de ser los mejores en quien depositar la confianza de algo tan importante como es la seguridad en la mar.

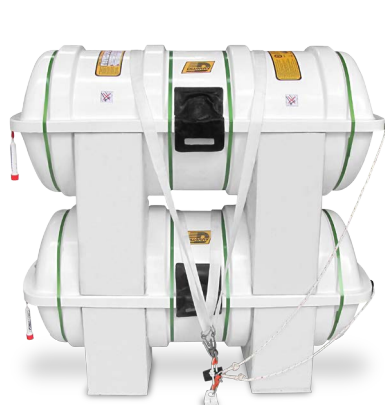
AUSMAR was established in 1968, and has since been growing to become the largest life raft service station network in Spain. The extended network of service stations, together with the knowhow and expertise of our technicians and staff, allow us to offer a wide range of services and products for safety at sea.

After 40 years of experience, AUSMAR can still be proud of offering outstanding service, and be a company you can really trust. We do not compromise on safety at sea.

Balsas salvavidas Duarry Duarry liferafts

AUSMAR es fabricante de la prestigiosa marca de balsas salvavidas DUARRY. Junto con las estaciones adheridas a su red de estaciones, Ausmar distribuye la marca en exclusiva por todo el mundo.

Ausmar is manufacturer of the prestigious brand DUARRY. The company, together with its large network of service stations, is the only distributor of the brand.



*Soporte para balsas arriables Duarry
*Cradle for Duarry davit launchable liferafts



CON TODA
SEGURIDAD

BALSAS SOLAS

SOLAS LIFERAFTS

Balsas DUARRY SOLAS

Duarry SOLAS Liferrafts

Balsas salvavidas DUARRY homologadas de acuerdo a SOLAS 74 capítulo III y enmiendas y conforme a la Directiva Europea de Equipos Marinos. Creadas con las últimas innovaciones en diseño combinadas con la experiencia de más de 40 años en la fabricación de balsas salvavidas. Una extensa red de estaciones de servicio repartida por todo el mundo garantiza el servicio dondequiera que se encuentre su barco.

El sistema de aseguramiento de la calidad de Duarry está aprobado por DNV-GL.

Duarry SOLAS Liferrafts comply with the SOLAS 74 section III, and amendments, of the MED. Manufactured according to the latest design innovations, and following over 40 years of expertise in liferaft manufacturing. An extensive network of service stations throughout the world guarantees the best service wherever you decide to sail.

The Duarry quality guarantee is approved by DNV-GL.



Balsas Lanzables

Throw Overboard Liferrafts

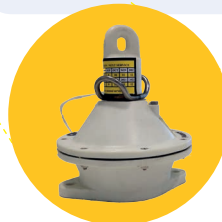
Una extensa gama de balsas de 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30 y 35 plazas.

An extensive range of liferafts

6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30 and 35 persons



Paquete A Pack A			Paquete B Pack B		
Capacidad Capacity	Medidas (cm) Dimensions (cm)	Peso (kg) Weight (kg)	Capacidad Capacity	Medidas (cm) Dimensions (cm)	Peso (kg) Weight (kg)
6	109x61x53	78	6	109x61x53	68
8	109x61x53	90	8	109x61x53	70
10	123x64x55	102	10	123x64x55	82
12	123x64x55	120	12	123x64x55	91
16	128x67x67	140	16	128x67x67	110
20	133x69x62	160	20	133x69x62	120
25	149x75x67	185	25	149x75x67	140
30	170x76x68	205	30	170x76x68	151
35	170x76x68	230	35	170x76x68	167
6 RECT	99x56x40	78	6 RECT	99x56x40	68
8 RECT	99x56x40	90	8 RECT	99x56x40	70
10 RECT	104x66x40	102	10 RECT	99x56x40	82
12 RECT	104x66x40	120	12 RECT	99x56x40	91



Desprendimientos Duarry HRU Duarry

Para balsas SOLAS.
For SOLAS liferafts.

Balsas arriables

Davit Launchable Liferrafts

Paquete A Pack A			Paquete B Pack B		
Capacidad Capacity	Medidas (cm) Dimensions (cm)	Peso (kg) Weight (kg)	Capacidad Capacity	Medidas (cm) Dimensions (cm)	Peso (kg) Weight (kg)
12	128x67x67	145	12	128x67x67	116
16	135x70x70	185	16	135x70x70	155
20	147x75x75	220	20	147x75x75	180
25	168x77x77	230	25	168x77x77	185

EQUIPO OPCIONAL OPTIONAL EQUIPMENT

- Soporte para cubierta
- Desprendimiento hidrostático
- Transpondedor de Radar
- Radiobaliza
- VHF portátil con baterías de litio
- Drizas de disparo de diferentes medidas
- Deck Cradle
- Hydrostatic Release Unit
- Radar Transponder
- EPIRB
- Portable VHF with Lithium Battery
- Painter lines of different lengths



Balsas Arriables Autoadrizables Davit Launchable Selfrighting Liferafts

Paquete A Pack A			Paquete B Pack B		
Capacidad Capacity	Medidas (cm) Dimensions (cm)	Peso (kg) Weight (kg)	Capacidad Capacity	Medidas (cm) Dimensions (cm)	Peso (kg) Weight (kg)
25	150x85x85	230	25	150x85x85	160

Balsas reversibles sin capota HSC Open Reversible Liferafts

Paquete B Pack B		
Capacidad Capacity	Medidas (cm) Dimensions (cm)	Peso (kg) Weight (kg)
6	86x48x52	50
10	104x55x48	60
25	109x61x53	95
30	123x63x55	115
50	149x75x67	170
65	170x76x68	225
100	180x81x81	300
6 RECT	82x57x35	50
10 RECT	92x57x34	60
25 RECT	104x66x40	95
30 RECT	104x66x40	115



COMPONENTES DEL EQUIPO EQUIPMENT

Paquete A pack A SOLAS 96/98	Cantidad Quantity	Paquete SOLASB/ ISO 9650 SPAIN pack SOLAS B/ISO 9650 SPAIN
1	1	1
1	1	1
1 ó 2	1	1
2	2	2
2	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
4	2	2
6	3	3
2	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	-	-
1	-	-
1	-	-
1	nº person. / No. of prs	nº person. / No. of prs
1	1	1
1	1	1
2 ó 3	2 ó 3	2 ó 3
nº person. / No. of prs	nº person. / No. of prs	nº person. / No. of prs
1	1	1
1	1	1
1	1	1

Componentes del equipo Equipment

Guía flotante / Floating guide
 Cuchillo flotante (+16 pers. 2) / Floating knife (+16 pers. 2)
 Achicador (+12 pers. 2) / Bailer (+12 pers. 2)
 Esponja / Sponge
 Ancla flotante / Drift anchor
 Dos zagüales / Two paddles
 Botiquín / First aid kit
 Silbato / Whistle
 Cohetes / Rockets
 Bengalas / Hand flares
 Señal fumígena / Smoke signals
 Linterna eléctrica / Electric torch
 Reflector de radar / Radar reflector
 Espejo de señales / Heliograph
 Tabla de señales / Signal table
 Juego aparejos de pesca / Fishing kit
 Una ración alimenticia/pers. / One food ration per person
 1,5 l agua/pers. / 1.5 l water per person
 Vaso inoxidable / Stainless glass
 6 tabletas mareo (6 x pers.) / 6 anti-seasickness tablets (6 per person)
 Instrucciones / Instructions manual
 Instrucciones inmediatas / Immediate action instructions
 Ayudas térmicas / Thermal protective aids
 Bolsa mareo / Seasickness bag
 Cuchillo de muelle (+12 pers.) / Spring knife (+12 person)
 Estuche reparaciones / Repair kit
 Fuelle de aire / Inflation pump

BALSAS ISO

ISO LIFERAFTS

Balsas DUARRY ISO 9650

ISO 9650 DUARRY Liferrafts

Balsas homologadas de acuerdo a la norma ISO 9650 para uso a bordo de embarcaciones de recreo de hasta 24 metros de eslora para navegación tipo B, zonas 2 y 3. Balsas fabricadas con material de goma natural en contenedor rígido y en saco. Equipadas con suelo aislante y rampa de acceso a la balsa de acuerdo a las últimas reformas de la normativa ISO 9650. Garantía de 5 años en el tejido y las costuras.

24 estaciones de revisión en toda España.

*Container de fibra de vidrio de formas redondeadas.

Approved complying ISO 9650 regulations, to be used on board leisure boats up to 24 m. in length, for type B navigation, areas 2 and 3. Rafts equipped with isolating floor and access ramp, to comply with the latest ISO 9650 regulations. 5 year guarantee on fabric and seams.

24 service stations throughout Spain and over 150 worldwide.

. *Container made of fibre glass and round edges.



Balsas ISO 9650 Lanzable

ISO 9650 Throw over Rafts

Container			Bolsa		
Capacidad	Medidas (cm)	Peso (kg)	Capacidad	Medidas (cm)	Peso (kg)
Capacity	Dimensions (cm)	Weight (kg)	Capacity	Dimensions (cm)	Weight (kg)
4	76x48x32	36	4	71x36	29
6	76x52x33	43	6	71x41	35
8	76x54x35	47	8	71x41	38
10	81x56x35	51	10	81x41	42
12	91x56x35	57	-	-	-



Balsas ISO 9650 Autoadrizables

ISO 9650 Self-righting Liferrafts

Un plus de seguridad para las peores condiciones en la mar, la balsa autoadrizable, por su forma en el puente siempre se abrirá hacia arriba, dándose la vuelta ella misma en caso de inflarse de forma invertida.

Additional safety for the worst conditions at sea. Because of the way the canopy is built, the self-righting raft, will always open upwards, turning itself back when opening is not correct.

Container			Bolsa		
Capacidad	Medidas (cm)	Peso (kg)	Capacidad	Medidas (cm)	Peso (kg)
Capacity	Dimensions (cm)	Weight (kg)	Capacity	Dimensions (cm)	Weight (kg)
4	76x52x32	42	4	71x41	35
6	76x54x33	47	6	71x41	39
8	81x56x35	53	8	76x43	43

PRODUCTOS FIBRELIGHT

FIBERLIGHT PRODUCTS

Escala de emergencia SOLAS

SOLAS approved Emergency ladder

Solución resistente y duradera para las evacuaciones de emergencia.

Su ligereza y reducido tamaño hacen que sea muy fácil de desplegar:

Strong and durable device for emergency disembarkation. The ladder is both lightweight and compact and, as a result, is straightforward to deploy.



Red de rescate SOLAS

SOLAS approved recovery cradle

Sistema de salvamento seguro y resistente que puede ser usado por un solo miembro de la tripulación para el rescate de un accidentado.

Maritime recovery system that can be operated by a single crewmember for the rescue of an injured person.



Camilla SOLAS

SOLAS approved stretcher

Solución ligera para rescatar y transportar de forma segura a personas temporalmente incapacitadas o accidentadas.

Lightweight solution to rescue and easily carry temporary disabled or injured people.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

CHARACTERISTICS AND DIMENSIONS

ESCALA DE EMERGENCIA Emergency ladder

Ancho (estándar) Width (standard)	0,6 m
Largo (variable) Length (variable)	2 - 30 m
Peso (30 m) Weight (30 m)	<25 kg
Espacio entre peldaños Gap between steps	0,250 m

RED DE RESCATE Recovery cradle

Ancho (estándar) Width (standard)	1,3 m
Largo (variable) Length (variable)	2 - 5 m
Peso Weight	4,25 - 8 kg

CAMILLA Stretcher

	CAMILLA de barras Rod Stretcher	CAMILLA 4 secciones 4 Section Stretcher
Largo Length	1,65 m	0,50 m (folded)
Diámetro Diameter	1,75 m	0,20 m (folded)
Peso Weight	6 kg	5,5 kg

BOTES DE RESCATE

RESCUE BOATS

Bote de Rescate SOLAS Duarry 420

SOLAS Duarry 420 Rescue Boat

El complemento motorizado perfecto para el equipo de seguridad marítima que toda embarcación debe llevar a bordo. Dispone de casco insu-
mergible de aluminio y está relleno de espuma de célula cerrada.

The perfect motorized complement for every boat's safety marine equipment. It has an aluminium unsinkable hull filled with closed cell foam.



CARACTERÍSTICAS

Specifications

Esloza total Length	4,20 m	Peso de la embarcación Displacement	225 kg
Esloza interior Internal length	3,19 m	Nº máximo de personas Max. pax.	6
Manga total Beam	2,03 m	Carga máxima Max. load	786 kg
Manga interior Internal beam	1,05 m	Potencia Power	25 HP/40 HP
Calado Draft	0,61 m	Tipo de eje Shaft type	L
Diámetro de flotador Tube diameter	0,48 m	Peso máximo motor Max. motor weight	98 kg
Nº de cámaras Nº chambers	5		

COMUNICACIONES

COMMUNICATIONS

Radiobalizas, VHF y equipos radioeléctricos

EPIRBS and VHF

Elementos de localización fundamentales para la seguridad marítima. Activación de forma manual y automática. Radiobalizas disponibles con y sin GPS.

Offering exceptional value the Ausmar communications products give commercial fishing and recreational users the confidence that their equipment will work when it is needed most.

VHF



VHF portátil estanco

Compacto y sumergible. Con todas las frecuencias náuticas preseleccionadas. Tecla de llamada directa al canal 16/9.

Waterproof VHF portable device

Compact and submersible. Tuned with all nautical frequencies. Button for direct call to channel 16/9.



VHF portátil SOLAS para GMDSS

VHF portátil con 2 canales simplex. Batería recargable de polímero de litio + batería de emergencia.

SOLAS VHF portable device for GMDSS

Portable device with two simplex channels. Rechargeable lithium polymer battery + emergency battery.

PLB



Radiobaliza personal 406 MHz

La radiobaliza PLB más pequeña del mundo, activación manual.

PLB 406 MHz

The smallest PLB in the world. Manual activation.



Radiobaliza personal

Radiobaliza personal con GPS de larga duración en operación.

PLB

PLB with longlife operation GPS. Manual activation



Radiobaliza personal

Radiobaliza personal de activación manual con GPS.

PLB

PLB with GPS. Manual activation.

AIS

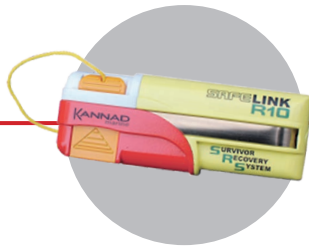


Sistema AIS y DSC para chaleco

Sistema automático de identificación.

AIS and DSC system for lifejacket

Automatic identifying system.



Sistema AIS para chaleco

Sistema AIS con posibilidad de activación semiautomática.

AIS system for lifejacket

Possibility of semiautomatic activation.

SART



Transpondedor portátil de radar

Cumple con IMO SOLAS.

Radar transponder

Complies with IMO SOLAS regulations.

AIS SART KANNAD

Sistema de localización. Activación manual.

AIS SART KANNAD

Location system. Manual activation.



RADIOBALIZAS



Radiobalizas

Radiobaliza automática con GPS, carcasa y disparador.

EPIRBS

Automatic EPIRB with GPS, case and HRU.



Radiobalizas

Radiobaliza automática con GPS, carcasa y disparador.

EPIRBS

Automatic EPIRB with GPS, case and HRU.

DESALOJO Y CONTRAINCENDIOS

EVACUATION AND FIREFIGHTING EQUIPMENT

Trajes de supervivencia

Survival suits

El traje de supervivencia multiplica las posibilidades de sobrevivir en el agua. Le mantendrá seco y aguantará su calor corporal reduciendo el peligro de hipotermia.

The survival suit increases the chances of surviving in the water. A suit will keep you dry and will maintain your body heat, thus reducing the risk of hypothermia.



ATLANTICO 1 Solas Poliéster
Survival suite ATLANTICO 1
SOLAS Polyester



ATLANTICO 2 Solas Neopreno
Survival suite ATLANTICO 2
SOLAS Neoprene



FLADEN Traje de tránsito específico para granjas eólicas
FLADEN transi suit ideal for wind farms.



Equipo Autónomo Tipo I
Breathing apparatus



Equipo Escape SK 1203
Emergency Escape Breathing Device

Equipos autónomos

Breathing devices

Equipos autónomos de aire comprimido para autosalvamento en todos los ambientes.

Emergency evacuation breathing devices complying the latest SOLAS and IMO regulations.

CHALECOS

LIFEJACKETS

Amplia gama de chalecos inflables y de flotabilidad permanente, homologados de acuerdo a SOLAS y a la normativa ISO 12402.

Wide range of inflatable lifejackets and foam lifejackets approved according to SOLAS and ISO regulations.

Chalecos inflables ISO

ISO inflatable lifejacket

Chaleco automático con hidrostático y arnés de seguridad homologado ISO. Se dispara automáticamente por inmersión o manualmente.

Automatic lifejacket with HRU security harness, that complies with ISO regulations. Activates automatically, by immersion; or manually.



JUNIOR 100N



MATCH 1 150N



MATCH 2 150N



MARINE 150N



OFFSHORE 150N, SOLAS 2010



HAMMAR

Chalecos inflables SOLAS

SOLAS inflatable lifejackets

Chaleco automático con hidrostático y arnés de seguridad homologado SOLAS. Se dispara automáticamente por inmersión o manualmente. Doble cámara asimétrica. Automatic inflation, HRU system and security harness, SOLAS standard. Activates automatically, by immersion; or manually.

Double asymmetric chamber.

MÁS MATERIAL DE SEGURIDAD

MORE SAFETY EQUIPMENT



Luz flotante para aro
Floating light



Luz para chaleco
Lifejacket light



Soporte inox
Stainless steel cradle for lifebuoy



Aro salvavidas SOLAS
SOLAS lifebuoy



Rabiza
Lifebuoy painter line



Bocina de gas
Gas horn



Herradura completa de rescate
Rescue lifebuoy, complete M.O.B.



Línea de vida simple
Safety line



Sistema de rescate "hombre al agua"
M.O.B. complete System



Arnés de seguridad
Security harness



Soporte para balsa
Liferaft cradle



Prismáticos compactos
Compact binoculars



Visión nocturna
Night vision



Linterna estanca
Watertight torch



Botiquines para todas las zonas de navegación
First aid kit for all navigation areas



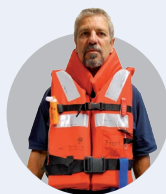
Kits de pirotecnia
Pyrotechnic kit



Desprendimiento HAMMAR
Hammar HRU



Chaleco de espuma SAMOA 150N
SAMOA 150N Foam lifejacket



Chaleco Salvavidas SOLAS
SOLAS lifejacket



Chaleco SOLAS para barco de pasaje
SOLAS lifejacket for passenger vessels



Balde
Fire sand bucket



Extintor
Fire extinguisher

Descubre todos nuestros productos en
Discover all our products in

www.ausmar.com



OFICINA COMERCIAL
Sales Office

BARCELONA

Av. Segle XXI, nº 80
08840 Viladecans (Barcelona)
T 902 361 253 | F 936 594 872

OFICINA CENTRAL
Headquarters

MADRID

Plaza España, 9 esc izq., 1º izq.
28008 Madrid
T 915 425 878 | F 915 476 087

www.ausmar.com
info@ausmar.es



Anexo X: Elementos de D.P.2.

DPS 200



KONGSBERG



May 2014

COMBINED GPS/GLONASS POSITION REFERENCE SYSTEM

DPS 200 is a high performance combined GPS and GLONASS position reference system designed for DP operations where requirements with respect to reliability, accuracy and availability are of extreme importance.

Increased availability

One of the primary advantages of a combined GPS/GLONASS system is the increased satellite coverage. The addition of GLONASS increases system availability and the performance of DPS 200 is greatly enhanced compared to traditional DGPS systems when operating in highly obstructed environments and under challenging signal tracking conditions.

Networked architecture

DPS NAV Engine® runs all critical computations independent from the DPS HMI to ensure continuous and reliable operation. DPS NAV Engine® runs in a safe mode protected from unintended user operations. Several DPS HMIs can be connected to the same DPS NAV Engine® in a networked architecture.

Multiple information layers

Multiple layers of information give the DP operator unmatched opportunities for a customized visual presentation. Electronic chart, seabed maps, well head positions, static targets and AIS target information are some of the functions that are easily enabled by selecting or combining the different information layers.

Ease-of-use HMI

The DP has an intuitive and easy-to-use graphical user interface developed in close co-operation with experienced DP operators. This HMI enables the operators to assess the quality

of their positioning quickly and effectively during operation. For better visibility under different light conditions the operator can easily select between a set of colour palettes, including a well tested night display.

Multiple differential signals

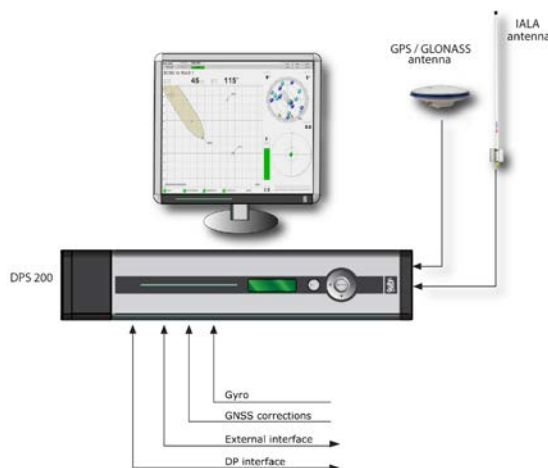
Differential corrections for GPS and GLONASS should be received from several reference stations in order to increase the reliability and accuracy and to fully utilise the unique MULTIREF capability included in DPS 200. DPS 200 has a built-in autonomous real-time quality control feature continuously monitoring the quality of the calculated position. Alarms and warnings are activated if critical tolerances are exceeded or if position quality degrades.

Satellite prediction

Periods with limited satellite availability and poor geometry, caused by poor satellite coverage or obstructed environment, is a major risk for safety critical operations. DPS 200 provides a satellite prediction tool to help the operator foresee these situations and plan for an operation where reliable position throughout the operation is crucial.

FEATURES DPS 200

- Combined GPS L1, GLONASS L1 and SBAS receiver
- On-line monitoring and display of QC data
- Easy-to-use HMI tailored to safety critical DP operations
- Interface to heading sensors
- Lever arm compensation
- Automatic data recording with replay functionality
- Skyplot with satellite prediction and shadow sectors
- Target monitoring
- Speed view
- Electronic bearing line (EBL)
- Electronic chart/seabed maps
- AIS Interface
- Audible and visual alarms
- UKOOA compliant



TECHNICAL SPECIFICATIONS

PERFORMANCE

DGPS/DGLONASS accuracy	< 1 m, 95 % CEP
SBAS accuracy	< 1 m, 95 % CEP
Velocity accuracy	< 0.05 m/s, 95 % CEP
Output rate	1 Hz

All accuracy specifications are based on real-life tests conducted in the North Sea under various conditions. Operation in other locations under different conditions may produce different results.

INTERFACES

Serial ports	8 isolated ports, 6 configurable between RS-232 and RS-422
Ethernet/LAN	4
USB	3

DATA OUTPUTS

Message formats	NMEA 0183 v. 3.0, Proprietary
Message types	ABBDP, DPGGA, DTM, GBS, GGA, GLL, GNS, GRS, GSA, GST, GSV, RMC, VBW, VTG, ZDA

DATA INPUTS

DGPS/DGLONASS corrections	RTCM-SC104 ver. 2.2, 2.3, 3.0 and 3.1
Gyro compass	NMEA 0183 HEHDT, HEHRC and Robertson LR22 BCD format

WEIGHT AND DIMENSIONS

DPS 200 unit	5.4 kg, 89 x 485 x 357 mm
GNSS antenna	0.425 kg, 78.7 x 177.6 mm
IALA beacon antenna	0.9 kg, 1100 mm

Specifications subject to change without any further notice.

POWER

DPS 200 unit	100 - 240 V AC, 50/60 Hz, max 60 W
GNSS antenna	5 V DC from processing unit
IALA beacon antenna	10.2 V DC from processing unit

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Operating temperature range

DPS 200 unit	-15 to +55 °C (*)
GNSS antenna	-40 to +70 °C
IALA beacon antenna	-55 to +55 °C

(*) Recommended +5 to +40 °C

Humidity

DPS 200 unit	Max. 95 % non-condensing
GNSS antenna	Hermetically sealed
IALA beacon antenna	Hermetically sealed

Mechanical

Vibration	IEC 60945/EN 60945
-----------	--------------------

Electromagnetic compatibility

Compliance to EMCD, immunity/emission	IEC 60945/EN 60945
---------------------------------------	--------------------

PRODUCT SAFETY

Compliance to LVD, standard used	IEC 60950-1/EN 60950-1
----------------------------------	------------------------

MRU 2



KONGSBERG



March 2014

THE ROLL AND PITCH MOTION SENSOR

This fifth generation MRU 2 is designed for high accuracy roll and pitch measurements in marine applications.

Typical applications

The MRU 2 is typically used for roll and pitch measurements in offshore riser monitoring systems, dynamic positioning systems, telecommunication antenna compensation systems and motion damping systems on high speed crafts.

This unit has to be mounted in a fixed direction relative to the ship and is best suited for applications with limited range in roll and pitch. If unlimited mounting orientation and/or unlimited mounting range is required, one of the MRU models with sensors in all three axis is recommended.

Function

The MRU 2 incorporates two highly accurate accelerometers and two Micro-Electro-Mechanical-Structures (MEMS) angular rate gyros. This unit achieves high reliability by using solid state sensors with no rotational or mechanical wear-out parts.

The unit is delivered with Windows based configuration and data presentation software. By configuring the unit with the vector between the MRU and the vessel Center of Gravity (CG), the MRU 2 will output accurate roll and pitch measurements even when it is mounted high up in the ship, like on the bridge. This is due to the capability to suppress the effect of horizontal

acceleration on the roll and pitch performance making this unit superior to inclinometers, pendulous devices and standard Vertical Reference Units.

Output variables

The MRU 2 outputs static and dynamic roll and pitch angles and corresponding angular rate vectors. The unit outputs surge and sway accelerations. Status of the MRU 2 is available online.

Digital I/O protocols

For this fifth generation MRU data is available through an Ethernet interface and serial lines enabling easy distribution of MRU data to multiple users on board the vessel. Output data are available on two individually configurable serial lines and Ethernet/UDP. Output variables are transmitted as IEEE 32-bit floats (recommended) or as scaled integers. In addition, ASCII-based NMEA 0183 proprietary sentences can be selected as data output protocols.

FEATURES MRU 2

- Outputs high accuracy roll and pitch measurements
- Suppression of horizontal acceleration when mounted off the vessel Center of Gravity (CG)
- Outputs on RS-232, RS-422 and Ethernet
- High output data rate (200 Hz)
- High reliability and no mechanical wear-out parts
- Small size, light weight and low power consumption
- Each MRU delivered with Calibration Certificate
- Selectable communication protocols in the Windows based MRU configuration software
- 2-year warranty



TECHNICAL SPECIFICATIONS

ROLL AND PITCH OUTPUT

Angular orientation range	$\pm 25^\circ$
Angular rate range	$\pm 100^\circ/\text{s}$
Resolution roll, pitch	0.001°
Angular rate noise	$0.1^\circ/\text{s RMS}$
Static ²⁾ accuracy	0.08° RMS
Dynamic ¹⁾ accuracy (for a $\pm 5^\circ$ amplitude)	0.1° RMS
Scale factor error	$0.5 \% \text{ RMS}$

SURGE AND SWAY ACCELERATION OUTPUT

Acceleration range	$\pm 30 \text{ m/s}^2$
Acceleration noise ²⁾	$0.002 \text{ m/s}^2 \text{ RMS}$
Acceleration accuracy	$0.01 \text{ m/s}^2 \text{ RMS}$

ELECTRICAL

Power requirements	10 to 36 V DC, max. 4.9 W
Serial ports:	
Com1	Bidirectional RS-422
Com2	Bidirectional RS-422 from junction box, user configurable RS-232, RS-422
Com3 & Com4	Input only, user configurable RS-232, RS-422
Analog channels (junction box)	# 4, $\pm 10 \text{ V}$, 14 bit resolution
Ethernet ports	Three output and one input
Ethernet UDP/IP	10/100 Mbps
Digital output variables	24 (max), serial or Ethernet
Output data rate (max)	200 Hz
Timing	<1 ms

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Temperature range	-5°C to $+55^\circ \text{C}$
Humidity range, electronics	Sealed, no limit
Enclosure protection	IP-66
Vibration	IEC 60945/EN 60945

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Compliance to EMCD, immunity/emission	IEC 60945/EN 60945
---------------------------------------	--------------------

OTHER DATA

MTBF (computed)	50000 h
Housing dimensions	$\varnothing 105 \times 140 \text{ mm}$ (4.134" x 5.525")
Material	Anodised aluminium
Weight	2.4 kg
Connector	Souriau 851-36RG 16-26S50

1) When the MRU is exposed to a combined two-axes sinusoidal angular motion with 10 minutes duration.

2) When the MRU is stationary over a 30-minute period.

Specifications subject to change without any further notice.

Optical Path Difference Sensor (ODS) for MIPAS



KONGSBERG

The Optical Path Difference Sensor (**ODS**) was developed for the **MIPAS** instrument on-board **ENVISAT**, which was launched in 2002. Today, 2011, the instrument is still operational providing earth observation measurements of the atmosphere, ocean and ice.

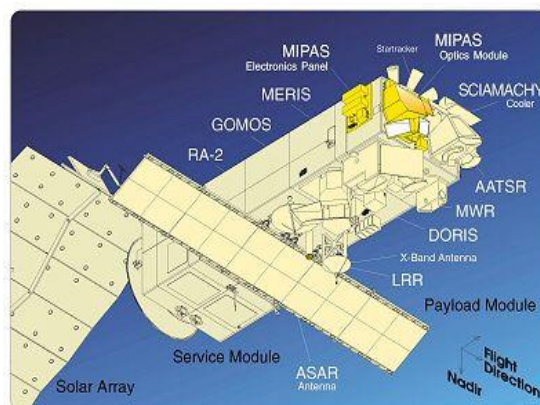
The MIPAS instrument is a Michelson interferometer that measures the spectral distribution of incoming infrared light. This is obtained by scanning one of two interferometer mirrors and recording the resulting interferogram with an optical detector

The optical path difference between the two arms of the interferometer is measured by an optical metrology subsystem, the ODS. The working principle is based on homodyne laser Interferometry. The ODS delivers digital pulses (Fringe Count Sine, FCS, and Fringe Count Cosine, FCC,) in increments of the relative OPD variation.

The ODS deliverables from KDA comprised

- Laser Box (OLB)
- Electronics (ODE)
- Collimator Group (OCG)
- Detector Group (ODG)

and hence covered all the instruments for the calibration of the interferometer. In addition, KDA delivered the optical cable connecting the OLB with the OCG.



Features

ODS Laser Box (OLB):

- Inner/Outer box concept for thermal stability: laser stabilized to 3.5 MHz/75 s.
- DFB laser operating at 1310 nm

ODS Collimator Group:

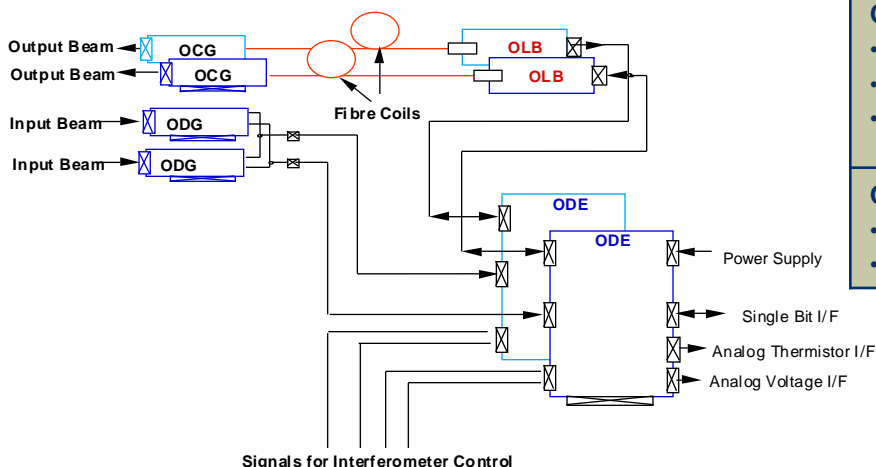
- Polarizing maintaining fiber (>25dB extinction ratio)
- Low aberration optical design
- Wide temperature range (-100 °C to +20 °C)

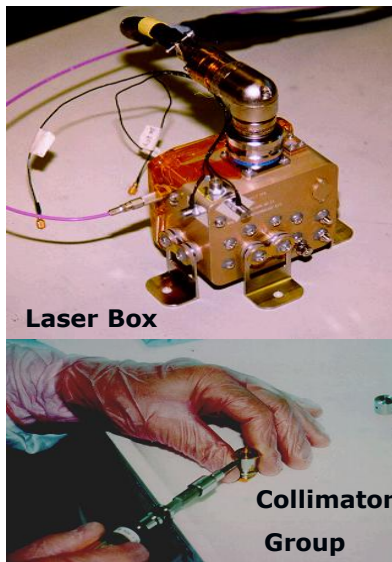
ODS Detector Group:

- Polarizing Beamsplitter
- Dichroic optical coatings
- Wide temperature range (-100 °C to +20 °C)

ODS Electronics:

- Low noise
- Differential input detection scheme





The Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding (MIPAS) is a Fourier transform spectrometer for high-resolution measurement of gaseous emission spectra at the Earth's limb.

The objectives of MIPAS are:

- Simultaneous global measurements of geophysical parameters in the middle atmosphere;
 - Stratospheric chemistry: O₃, H₂O, CH₄, N₂O, and HNO₃
 - Climatology: Temperature, dynamics, and radiation budget
 - Ozone Layer: Monitoring of stratospheric O₃ and CFC's.

MIPAS ODS Technical data	
DESIGN	
Laser Type	DFB laser
Collimators	Yes
Optical Fibre	Single Mode polarisation maintaining (E.R. requirement >25dB)
Mass	Laser Box 0.5 kg (single laser, no electronics)
ENVIRONMENT	
Temperature	-93°C to -23°C (operational)
Vibration	17.1 g R.M.S. out of plane, 11.0 g R.M.S. in plane (20-2000Hz)
PERFORMANCE	
Output Wavelength	1300 nm
Wavelength stability	3.5 MHz / 75 s
Spectral Width	33 MHz
Output power	4 mW
Communication	RS422 format
Lifetime	4 years

Compact Joystick Control System

The cJoy PE is a “state of the art” Joystick Control system based on the latest Kongsberg RCU technology.

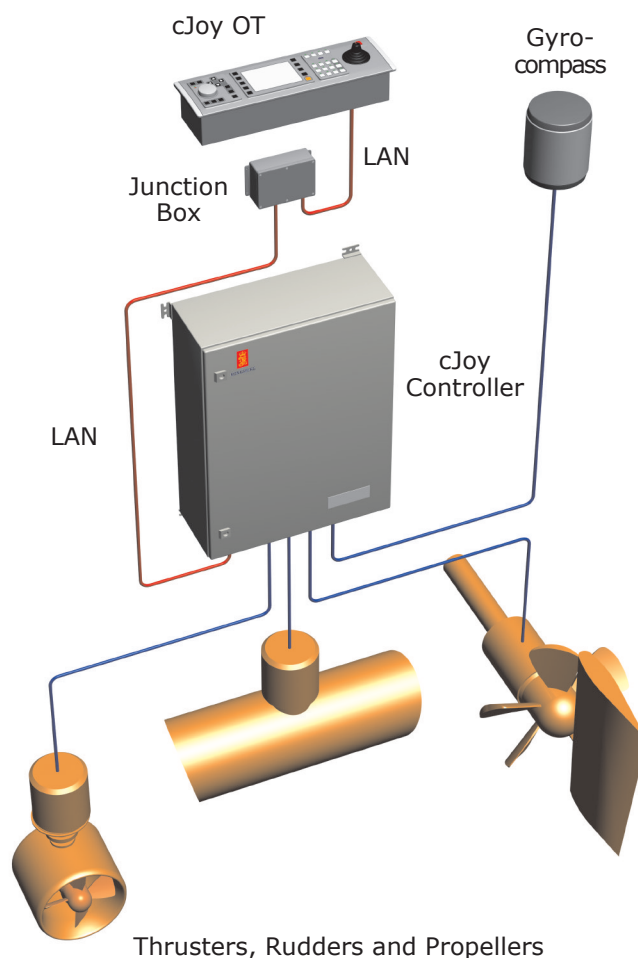
This compact, modular-based system is designed especially for PE supply and includes software tools for easy installation, commissioning and tuning. The Operator Terminal is designed for installation in any type of bridge console.

Features

- Manual joystick control mode
- Automatic heading control
- Selection of controller gain level, joystick configuration and vessel rotation centre
- Present and change heading functions
- Intuitive and user-friendly operator interface
- Advanced thruster allocation
- Online alarm and event system

Basic Configuration

- cJoy Operator Terminal with joystick, heading selector wheel and built-in TFT colour display
- cJoy Controller equipped with one RCU510 controller with built-in I/O
- Interface for gyrocompass, wind sensor and thrusters
- Eight galvanic isolated analogue output channels (4 to 20 mA or ± 10 VDC)
- Eight digital input channels



Options

- Remote/movable cWing Operator Terminals
- Command transfer between operator locations
- Wind sensor
- Manual/Joystick change-over switch

Technical Specifications

Dimensions

cJoy Controller (JC-401)

Height:	800 mm
Width:	600 mm
Depth:	250 mm (260 mm with mounting brackets)
Weight:	40 kg (basic unit)

cJoy Operator Terminal

Height:	260 mm
Width:	583 mm
Depth:	180 mm
Weight:	6 kg

cWing Operator Terminal (option)

Height:	170 mm
Width:	310 mm
Depth:	210 mm
Weight:	3 kg

Electrical

cJoy Controller (JC-401)

Input voltage:	24 VDC ($\pm 10\%$) or 115/230 VAC ($+10\%$, -15%)
Frequency:	50/60 Hz ($\pm 5\%$)
Power consumption:	maximum 285 W typical 100 W

cJoy Operator Terminal

Input voltage:	24 VDC ($+10\%$, -15%)
Power consumption:	maximum 30 W typical 20 W

cWing Operator Terminal (option)

Input voltage:	24 VDC ($+10\%$, -15%)
Power consumption:	maximum 25 W typical 20 W

Cabinet Specification

cJoy Controller (JC-401)

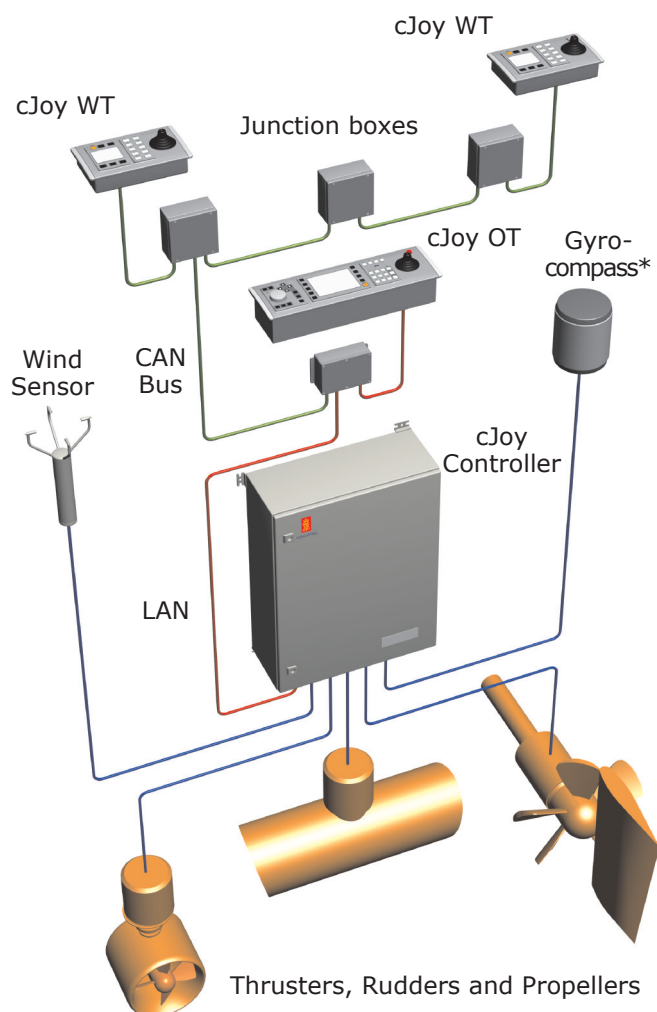
Material:	steel
Protection standard:	IP44
Colour:	grey, RAL7032

cJoy Operator Terminal

Material:	aluminium
Protection standard:	IP44
Colour:	grey, NCS S 6500-N

cWing Operator Terminal (option)

Material:	aluminium
Protection standard:	IP56
Colour:	grey, NCS S 6500-N



*Interface only

Typical cJoy scope of supply with remote cWing terminals and wind sensor



WIND SPEED & DIRECTION SENSOR

WINDOBSERVER II



ALL WEATHER SENSING TECHNOLOGY

- *ULTRASONIC TECHNOLOGY*
- *MAINTENANCE FREE*
- *ROBUST CONSTRUCTION*
- *LLOYD'S TYPE APPROVAL*
- *LOW TEMPERATURE DE-ICING*
- *USER SELECTABLE OUTPUT FORMAT*
- *TRANSPORT SAFETY*
- *WIND TURBINE CONTROL*
- *SHIP DYNAMIC POSITIONING SYSTEMS*
- *AIRCRAFT LANDING SYSTEMS*
- *METEOROLOGICAL SYSTEMS*
- *STRUCTURAL SAFETY*

WINDOBSERVER II - ULTRASONIC WIND SENSOR

The WindObserver II provides the best solution on the market for reliable, accurate and cost-effective wind speed and directional measurement. It combines the latest patented advances in ultrasonic technology together with Gill's fifteen years experience as the recognised world leading supplier of all-weather ultrasonic wind sensors. The elimination of moving parts, together with a rugged stainless steel construction means that WindObserver II is virtually maintenance free and requires no calibration on site. The heated head keeps the unit free from ice and snow, providing continuous use even in the most extreme weather conditions.

A new flexible design ensures that the WindObserver II can be configured by the user to their exact requirements, which

may include analogue outputs, 10 Hz output, heating or sonic temperature.

The Windows™ based WindCom communications package allows the user to operate the anemometer in various modes, permitting the measurement of U & V vectors or wind speed and direction. Communication is via an RS422 bidirectional link, which allows several units to be networked together and data to be logged on demand. The WindObserver II has been rigorously tested to internationally recognised standards and meets the stringent performance criteria specified by airport, marine, oil, production, meteorological and utility organisations around the world.

DIMENSIONS

Size	405mm x 210mm
Weight	1.5kg

MEASUREMENT

Output	1Hz, 4Hz, 10Hz
Parameters	UV, Polar, NMEA, Tunnel
Units	m/s, Knots, MPH, KPH ft/min
Averaging	Flexible 1-3600 seconds

WIND SPEED

Range	0 - 65 m/s (0 - 145mph)
Starting Threshold	0.01 m/s
Accuracy	2%
Resolution	0.01 m/s
Offset	± 0.01 m/s

DIRECTION

Range	0 - 359°
Dead Band Direction	None
Accuracy	± 2°
Resolution	1°

SONIC TEMPERATURE

Range	-40°C to + 70°C (refer to user manual)
-------	--

DIGITAL OUTPUT

Communication	RS422, full duplex
Baud Rates	1200 2400 4800 9600 19200 38400
Formats	8 data, odd, even or no parity
Anemometer Status	Supplied as part of standard message

ANALOGUE OUTPUT - OPTIONAL

Quantity	3 (speed, direction, status or sonic temp)
Scale	Multiples of ±10 m/s up to 70 m/s
Type	± 2.5V, 0 - 5V or 4 - 20mA
V output resistance	60 Ohms
4 - 20mA loading	10 - 300 Ohms

MATERIALS

External Construction	Stainless Steel 316
-----------------------	---------------------

ENVIRONMENTAL

Moisture Protection	IP66 (NEMA4X)
Operating Temperature	-55°C to +70°C
Humidity	5% to 100% RH
Precipitation	300mm/hr
EMC	EN 61000-6-2 : 2001 EN 61000-6-3 : 2001
Icing	MILSTD810E Method 521.1 Procedure I

MISC

Standards	Traceable to NAMAS standards
Site Calibration	None Required
	Integrity Check Unit (Zero Wind) supplied as optional extra

POWER REQUIREMENT

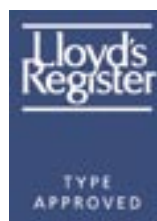
Anemometer only	9-30 V DC (40mA @ 12 V DC)
Heating Optional	3A @24V AC or DC



GILL INSTRUMENTS LTD
Saltmarsh Park, 67 Gosport Street,
Lymington, Hampshire, SO41 9EG, UK
Tel: +44 (0) 1590 613500
Fax: +44 (0) 1590 613555
E-mail: anem@gill.co.uk
Website: www.gill.co.uk

© Gill Instruments 2005

The WindObserver II is part of the Solent range of ultrasonic anemometers. The range is in continuous development and therefore specifications may be subject to change without prior notice.





BRIDGE MATE™ BY MARINE TECHNOLOGIES



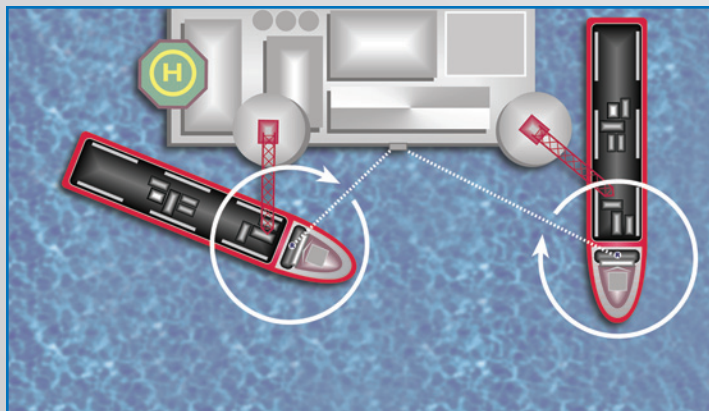
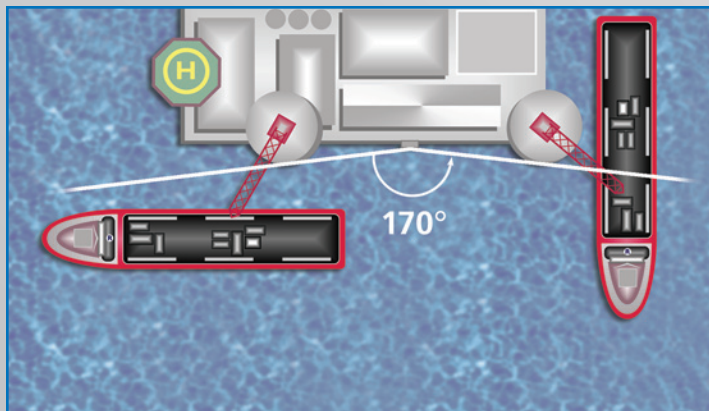
BRIDGE MATE RADASCAN

A NEW POSITION REFERENCE SENSOR TO ENHANCE DP OPERATIONS



Bridge Mate RadaScan is an advanced position reference sensor based on radar for use in DP and other vessel control applications. It is a local sensor system with high precision range from 10 m to 1000 m (depending on environmental conditions). It complements GPS/DGPS for close range work and overcomes the operational limitations of traditional laser and taut-wire systems. RadaScan is available with all Marine Technologies DP systems.

The RadaScan position reference sensor comprises a sensor that is mounted on the operating vessel, a control/display PC which can be installed with the DP control system, and one or more retro-reflective targets which are placed on the target installation. The sensor accurately measures the range and bearing to the target(s) to allow calculation of vessel position and continuously relays this to the DP system via an industry standard telegram.



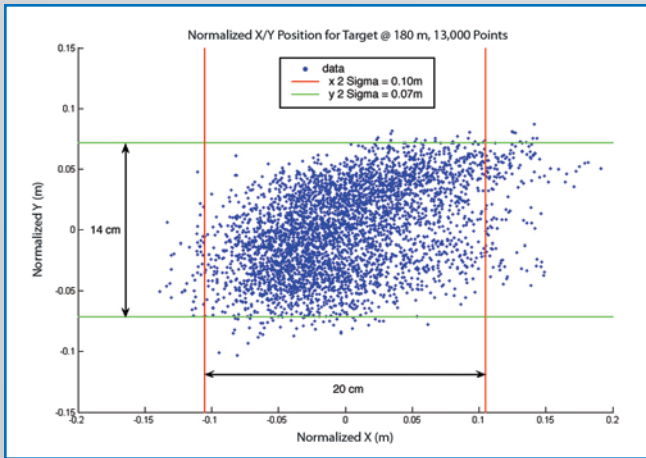
Bridge Mate RadaScan features multiple users and a wide target viewing angle (left). It also allows for 360° scanning (right).

FOR SHIP OWNERS CONCERNED WITH QUALITY AND SAFETY



BRIDGE MATE RADAScan SENSOR

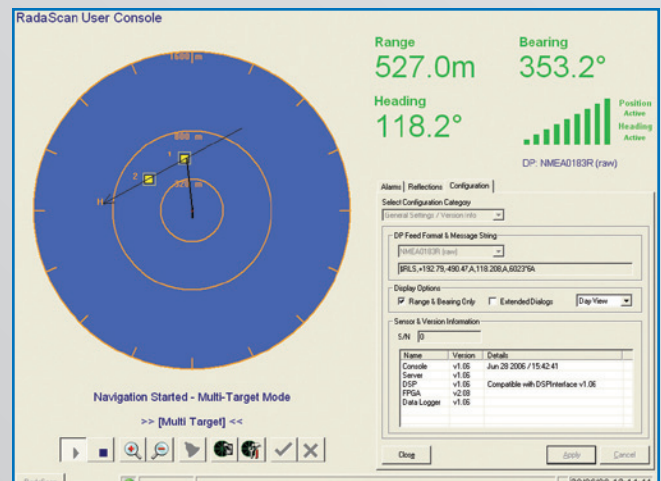
The RadaScan sensor features a 360° scanning transceiver unit with integral power supply and signal processing electronics. The sensor is based on the FMCW (frequency modulated continuous wave) principle and operates in the marine radio location band at 9.25 GHz. Emissions are less than 1 W and largely immune to interference from other nearby transmitting sources. The emitted beam is precisely shaped to provide an exact vessel bearing with a look-up angle of 35° for short range work against a platform. The sensor is heated, making it suitable for severe cold weather operation.



coverage for vessel maneuvers and reducing the number of targets needed for complex operations. A single target can be used simultaneously by any number of vessels. RadaScan can calculate position using up to five targets simultaneously, providing improved redundancy and precise heading control, even against a moving target vessel.

USER INTERFACE

The user interface is Windows® PC-based and runs on a compact industrial marine computer. A network connection links the sensor and the PC, giving the potential for multiple control stations. The graphical interface is clear and intuitive for safe and effective operation with minimal training. Coded target IDs are displayed for quick and easy operation.



USER BENEFITS

- Radar principles for all weather operation
- 360° scanning sensor allows unrestricted vessel maneuvers
- Reliable target tracking from 10 m to approximately 1 km
- 170° target viewing angle allows complex vessel maneuvers
- Mains powered targets are available for permanent installation
- Battery powered targets are available for low cost installation
- Coded targets for quick and easy operation
- DP ready for any type of system

SYSTEM PERFORMANCE

RadaScan provides positional accuracy (range and bearing) normally associated with a laser sensor, but with much greater target tracking stability and immunity to false reflections and bad weather. Its 360° scanning capability ensures target lock even during demanding vessel maneuvers. This is further enhanced by the wide viewing angle of the targets, making complex moves possible without hardware adjustment or operator input. Stable target tracking to approximately 1 km gives greater operational flexibility to the vessel operator.

SPECIFICATIONS

SENSOR

Emitter Type	FMCW operating in the 9.2-9.3 GHz maritime radiolocation band
Operating Range	10 to 1000 m (depending on environmental conditions)
Range Accuracy	Better than 0.05% of operating range
Angular Repeatability	0.06° (1 mrad) at 500 m
Rotation	Uni-directional 1 Hz
Beam Shape	Divergent
Close-Range Elevation Angle	+35° @ 25 m
Temperature Control	Thermostatic heating circuit
X-Band Interaction	None with internal filter

VESSEL INTERFACE

Power Requirement	90-264 VAC 47-63 Hz
I/O	Sensor to control console – ethernet sensor to DP – RS422 9600 baud, ethernet
Data Formats	Compatible with all DP and other vessel control systems using standard or customized message types

CONTROL & DATA DISPLAY

Operating System	PC – Windows® XP Pro embedded
Software	Dedicated real-time interactive
Hardware Options	- Compact marine standard PC module + 15" TFT monitor - Hatteland type approved integrated PC/TFT screen

ENVIRONMENTAL

Operating Temperature	-25 to 55°C
Water and Dust Protection	Standard
EMC	CE certified

MECHANICAL

Enclosure	Radome on anodized alloy base
Dimensions	1200 mm (Ø), 920 mm (h)
Weight	118 kg
Mounting	Securing bolt holes in base

TARGET

Type	Self-contained retro-reflective target
Identification Codes	10,000 unique reflector IDs
Environmental Use	ATEX certified
Azimuth Response	±85° @ <100 m, ±45° @ <500 m
Elevation Response	±35°
Power	Mains powered or non-wired with internal battery pack
Battery Life	10 months' continuous use
Dimensions (w x h x d)	360 mm x 600 mm x 170 mm
Weight	18 kg

*Marine Technologies, LLC reserves the right to alter or amend the published specifications without notice.

FOR SHIP OWNERS CONCERNED WITH QUALITY AND SAFETY





MARINE TECHNOLOGIES, LLC

WWW.MARINE-TECHNOLOGIES.COM



MARINE TECHNOLOGIES, LLC

1111 DECKER DRIVE • MANDEVILLE, LA 70471

(985) 951-7771 • SALES-US@MTLLC.US

MARINE TECHNOLOGIES, LLC

HOVLANDSVEIEN 44 • 4370 EGRSUND • NORWAY

(+47) 51 46 18 66 • SALES-NORWAY@MTLLC.US

MT – MARINE TECHNOLOGIES PTE, LTD

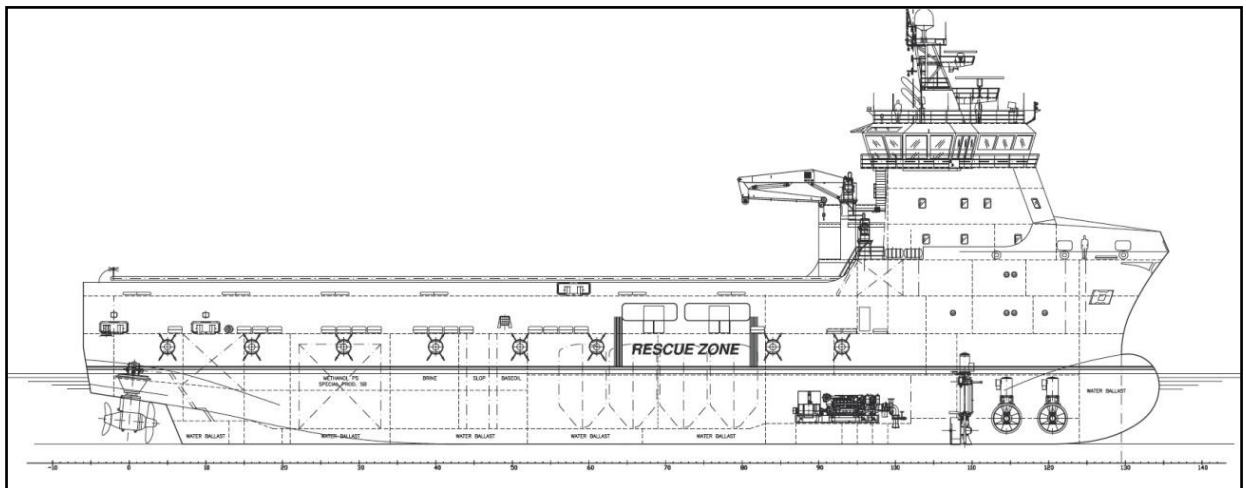
17D TUAS ROAD • SINGAPORE 637817

(+65) 3106 4070 • SALES-SINGAPORE@MARINE-TECHNOLOGIES.SG



Proyecto final de grado
Grado en ingeniería de propulsión y servicios del
buque 2015-2016

Buque de suministro a plataformas de
5000 TPM



Cuaderno 13

Diego Rodríguez Gosende



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO: 16-09 P

TIPO DE BUQUE : Buque de suministro a plataformas PSV (Platform Supply vessel)

CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : Det Norske Veritas, Solas, Marpol, Reglamentación estándar

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 5000 TPM, carga mixta para suministro a plataformas (líquidos de perforación, cemento, agua potable, etc), 1050 m² de espacio de carga en cubierta, lucha contra contaminación, Rescate Stand by.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA : 12 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía para 62 días de marcha.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA : Bombas para realizar la operación de C/D en 10 horas, dos gruas de carga de 5t. Medios de limpieza de tanques.

PROPULSIÓN : Diesel eléctrica con DP2.

TRIPULACIÓN Y PASAJE : 30 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES : Los habituales en este tipo de buques. Sistema de cálculo de las condiciones de carga.

Ferrol, Febrero de 2.016

ALUMNO : D. Diego Rodríguez Gosende

Índice

13.1 Presentación.....	4
13.2 Costes de construcción.....	5
13.3 Gastos del armador.....	16
13.4 Costes operativos.....	17
13.5 Estimación de los ingresos.....	19
13.6 Cashflow del proyecto no financiado.....	19
13.7 Cashflow del proyecto financiado.....	24
13.8 Evaluación económica.....	29

13.1 Introducción:

En este cuaderno elaboraremos un análisis de viabilidad económica, calculando el VAN, TIR y periodo de recuperación de la inversión y explotación del buque.

Para ello, analizaremos el coste de construcción, de explotación y el cash flow del proyecto.

En primer lugar, la explotación de petróleo en el Mar del Norte es de las zonas de explotación petrolífera con más tránsito del mundo. Teniendo en cuenta que las predicciones actuales, contando con reservas aún no explotadas, establecen que la producción del petróleo se mantendrá estable por un periodo más largo que la vida útil del buque.

A pesar de que existen buques con periodos de operación mayores, por tomar un valor típico y conservador, asumimos la vida útil del buque como 15 años.

Observando a los propietarios de los buques de la base de datos y similares, la mayoría están operados desde el punto de vista de una empresa que ofrece sus servicios de transporte y suministro a las plataformas. Por tanto, es el armador el que asume el coste de adquisición y explotación del buque, con la opción de solicitar financiación para su empresa.

Las dimensiones principales del buque son:

L [m]	82,6
B [m]	19,8
T [m]	6,68
D [m]	8,25
Area Cub.[m²]	1133
Fn	0,217
Cb	0,740
Cp	0,770
Cm	0,960
Cf	0,823
Xcc[m]	43,19
Peso acero[t]	629
Pot. Prop. [kW]	10800

13.2 Costes de construcción:

A continuación analizaremos las diferentes partidas de coste. Si seguimos las indicaciones del libro del profesor Fernando Junco “Criterios de Evaluación Técnica y Económica del Proyecto del Buque”, tendremos partidas de Materiales, equipos y Gastos Directos; Mano de obra, Gastos Generales, Primas y Desgravaciones y un Beneficio del astillero.

De forma general, estas fórmulas suponen una aceptable aproximación al coste real de la obra.

Respecto a la primera partida, dado nuestro tipo de Buque, la partida más costosa con diferencia será la correspondiente a los equipos, en concreto a lo asociado con el sistema de posicionamiento dinámico.

Según se ha consultado en el estudio “Shipbuilding cost estimation” de Haakon Shetelig en base a la obra del M/V Bourbon, las partidas tienen típicamente el siguiente reparto de pesos:

Technological group	Portion of total cost
1 - HULL	27 %
2 - MACHINERY AND PROPULSION	31 %
3 - CARGO CONTAINMENT AND HANDLING EQUIPMENT	8 %
4 - COMMON SYSTEMS AND COSTS	25 %
5 - SHIP GENERAL	9 %

Table 5 - Cost distribution M/V Bourbon Monsoon

Coste del casco y el acero:

Dado que en este proyecto no se tratan las formas del casco, nuestra estimación del coste de acero a granel para el casco, será la misma que la calculada a través de fórmulas en el Cuaderno 1: 629 toneladas a 800€ la tonelada. Recordando que los diversos coeficientes de aprovechamiento resultaban en la necesidad de un 30% de acero a mayores del que finalmente forma la carena, el coste del acero del casco es de **645.215,5 €**

Para estimar el coste de las piezas de fundición necesarias en el casco, según se establece

$$C(€) = 4 \cdot L_{pp} \cdot D = 4 \cdot 82,6 \cdot 8,25 = \mathbf{2725,8 \text{ €}}$$

Estimaremos el peso necesario de los polines.

Con el coste unitario del acero, 800€/t y un coeficiente de aprovechamiento de 1,2; el peso de los polines puede determinarse como:

$$P_{po} = 0,0033 \cdot BHP + 0,034 \cdot Kw \cdot 1500/rpm + 0,14 \cdot N_{mc} \cdot T_{mc}^{2/3} \\ + 0,075 \cdot N_{ma} \cdot T_{ma} + 0,024 \cdot N_m \cdot d^{1,5} + 3,7 \cdot 10^{-6} \cdot L \cdot D \\ \cdot (V_s + 2)^2$$

Que nos da una cifra de 93 t. El coste será de **89.280 €**

Estimándose un gasto en materiales auxiliares a la construcción en 50 € por tonelada de acero estructural, obtenemos una cifra de **31.540 €**

Ahora estimaremos el coste de la preparación de superficies y de pintura.

Con un coste estimado de 2 € el m² de imprimación, y 8 € el m² de granallado de superficie externa y 15 € el m² de granallado interno, la preparación de superficies nos cuesta **146.643 €**

El coste de pintura depende del espesor y tipo utilizado. Esto, consecuentemente, varía en función de la zona del barco a pintar.

Para la obra viva, asumimos un valor medio de 3 €/m² con un espesor de 350μ. Usando la superficie mojada hallada en el cuaderno 6 mediante NavCad de 2229 m², tenemos un coste de **6.686 €**

Para la obra muerta, consideramos un espesor de 185 μ y por tanto un coste de 1 €/m². Dada la considerable obra viva de nuestro buque, este resulta en aproximadamente 1800m². Un coste de **1.800 €**

El coste en pintura de espacios interiores se cifra en **9.950 €**

El coste en pintura de tuberías se cifra en **272 €**

A mayores se considera el costo del galvanizado y la protección catódica, siendo el 7,5% del coste total de pintado del casco más 1,55€/m² de superficie mojada. Se cifra en **4.091 €**

El coste total en casco es de **937.902 €**

Equipos, armamento e instalaciones:

El coste de las anclas es de 2.500€ por tonelada. Tenemos dos anclas de 3,54 toneladas, por lo que el coste es de: **8.850 €**

El coste asociado a cadenas, cables y estachas se define como:

$$\text{€} = 0.15 \cdot K \cdot d^2 \cdot L_{\text{cadenas}}$$

Que, con un grado de 0,305 por usar acero de alta resistencia, diámetro de 50mm y 522,5 m de cadena, el coste será de **59.761€**

El molinete se considera como **48.500€**

El coste de las balsas salvavidas se estima como:

$$\text{€} = K \cdot n^{1/3}$$

Con k siendo 1000 o 1200 dependiendo de si la balsa es o no arriable.

Asumiendo que tenemos mitad y mitad, el costo resulta en **4052 €**.

Con dos pescantes, a **8.500 €** por unidad, tendremos **17.000€** en pescantes.

El coste del resto de equipo de salvamento se puede estimar como 2500 más 30 por cabeza, por un total de **3.400 €**

En lo que respecta a habilitación, tomaremos un gasto de 250 € por m² de habilitación. Con una estimación de 432m², nuestro gasto es de **108.050 €**.

Para fonda y hotel se considera 420 € por persona a bordo, por valor de **12.600 €**.

Para gambuzas, consideramos: $1800 \cdot V^{2/3}$; Estimando 146 m³ en gambuzas, tendremos un coste de **49.908 €**

El costo de otros espacios como lavandería y etc, podremos estimarlo como **5.000 €**.

El coste del equipo de A/C será de 60€/m² por habilitación. En total, **25.920 €**.

El coste de los ventiladores mecánicos, independientes a la anterior subpartida, será de:

$$1055 \cdot N^{0,215} + 1,2 \cdot S_{\text{hab}}^{0,25}$$

Que nos resulta en **1894 €**

El equipo de navegación estándar, sin tener en cuenta los sensores y controles asociados al posicionamiento dinámico, suman un coste orientativo de **145.000 €**

Los auxiliares a la navegación supondrán un 8% del coste anterior,
11.600 €.

Los equipos de comunicaciones, tanto externas como internas, varían entre los 60.000 y los 156000 €. Por poner un término medio alto, cifraremos **130.000 €**

Seguiremos las indicaciones de los libros del profesor Junco para determinar los costes de los equipos de C.I. propios, teniendo en cuenta que este número será seguramente inferior a una cifra real de mercado.

El coste del equipo en cámara de máquinas es de: $8,4 \cdot L_{CM} \cdot B \cdot D_{CM} = 8,4 \cdot 20,25 \cdot 15,45 \cdot 7 = \mathbf{18.400 \text{ €}}$

El equipo de cubierta será: $11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot L) \cdot L \cdot B = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot 82,6) \cdot 82,6 \cdot 19,8 = \mathbf{19.922 \text{ €}}$

El coste en mamparos y escotillas piroresistentes, en función del número de puertas estancas: $12.500 \cdot N^{0,97} = \mathbf{59.550 \text{ €}}$

El coste de armamento en puertas y portillos va en función de los tripulantes, $2705 \cdot N^{0,48} = \mathbf{13.841 \text{ €}}$

El coste en escaleras, pasamanos, etc. va en función de la eslora del buque: $22,2 \cdot L^{1,6} = \mathbf{25.913 \text{ €}}$

Las escotillas se establecen como: $12,6 \cdot L^{1,5} = \mathbf{9.460 \text{ €}}$

Los accesorios de amarre se evalúan con una fórmula un poco más compleja: $e^{3,1} \cdot 6 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,851} = \mathbf{98.892 \text{ €}}$

El coste de los toldos y los accesorios de estiba es de:

$$40 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,68} = \mathbf{7869 \text{ €}}$$

El coste total de esta partida **885.400 €**

Instalación propulsora:

El coste de los motores puede estimarse como:

$$2710 \cdot N_c^{0,75} \cdot d_c^{0,9}$$

Con N_c el número de cilindros del motor, y D_c el diámetro en milímetros del pistón. Multiplicaremos el resultado por 4 al tener cuatro motores.

$$4 \cdot 2710 \cdot 4,7569 \cdot 149,1 = \mathbf{7.688.282 \text{ €}}$$

Cifraremos los pods, sus viradores y variadores de frecuencia en **2.500.000 €**

El coste de las hélices se estimará como 8000 € por tonelada de hélice.

Dado que carecemos de medios o referencias para estimar los costes de la unidad retráctil, nos conformaremos con esta fórmula recordando que posiblemente el valor resultante sea inferior al valor real de mercado. La hélice retráctil pesa 21 t que según la fórmula resulta en un coste de adquisición de **168.000 €**

Evaluaremos el coste de la planta eléctrica usando la formula expuesta en el libro, a pesar de que el precio real de mercado seguramente sea muy superior tratándose de aparamenta para el control de una planta diesel eléctrica que debe conducir y acondicionar una gran cantidad de potencia muy variable.

$$480 \cdot kW^{0,77} = 480 \cdot 10880^{0,77} = \mathbf{615.810 \text{ €}}$$

El coste de ambas hélices transversales es de $2 \cdot 900 \cdot BHP_{hélice}^{0,73} = \mathbf{345.190 \text{ €}}$

Que será menor al real, dado que posiblemente esta fórmula no considera el elevado costo de adquisición de unidades de imanes permanentes.

Con lo que el coste total de la partida de la propulsión eléctrica es de **11.317.282 €**

Maquinaria auxiliar:

Ahora consideramos el coste de la maquinaria auxiliar

Descartamos las partidas de generadores eléctricos por ya haberlos contemplado como propulsión principal.

El costo en calefacción, refrigeración y lubricación puede estimarse como: $6000 + (K_1 + K_2) \cdot BHP$ Para nuestros motores de 4 tiempos sin enfriadores de titanio, este coste será de **32.112 €**

El coste de los dispositivos de arranque se estima en unos **2.500 €**

El coste de los equipos de manejo de combustible es:

$$\text{€} = 44 \cdot n_{\text{bombas}} \cdot Q_{\text{unitario}} + 2,1 \cdot BHP = \mathbf{31.477 \text{ €}}$$

El coste de las depuradoras:

$$\begin{aligned} \text{€} &= 10000 \cdot n_{\text{dep.aceite}} \cdot Q_{\text{unit aceite}} \cdot 1 + 5200 \cdot n_{\text{dep.FO}} \cdot Q_{\text{unit FO}} \\ &= \mathbf{68.202 \text{ €}} \end{aligned}$$

El coste de los equipos de manejos de lodos y derrames es de **1.500 €**

El coste de equipos de limpieza:

$$24 \cdot BHP^{2/3} = \mathbf{14.260 \text{ €}}$$

El coste de las bombas y servicio de lastre se estima en **140.000 €**

El coste de las bombas y aparamenta de sentina es de **85.000€**

El total de esta partida es de **375.051 €**

Sanitarios:

El coste del equipo potabilizador de agua es de 1380 € por t/día producida. El coste es de **9.936 €**

El coste del hidróforo es: $\text{€} = 660 \cdot N_{\text{tripulación}}^{0,5} = \mathbf{3.615 \text{ €}}$

El coste de la planta de tratamiento de aguas residuales es de:

$$\text{€} = 2640 \cdot N_{\text{tripulación}}^{0,4} = \mathbf{10.290 \text{ €}}$$

El coste del incinerador es de: $\text{€} = 11400 \cdot N_{\text{tripulación}}^{0,2} = \mathbf{22.508 \text{ €}}$

En total, **36.413 €**

Respetos

No consideraremos respetos, ya que se contemplan en las diferentes partidas de los equipos, y nuestro buque no tiene necesidad de palas o ejes de cola de respeto.

Instalaciones especiales:

Consideramos válida la aproximación de los tanques de productos del PSV a tanques de acero inoxidable de un quimiquero.

$$€ = 960 \cdot Q_{tanques}^{2/3} \cdot Puntal^{0,5} = \mathbf{814.045 \text{ €}}$$

Casi todas nuestras bombas son de husillo. El coste unitario será $€ = 68,4 \cdot 2 \cdot Q^{0,7} \cdot H^{0,35}$ El coste total de todas las bombas de descarga será de **133.610 €**

Sumamos una bomba de emergencia portátil de **12.000 €**

El coste de las diversas cámaras frigoríficas se cifra alrededor de los **150.560 €**

El coste de las dos grúas de cubierta puede cifrarse en **37.170 €**

El costo de tubería de carga se cifra en un tercio del costo de las válvulas y bombas asociadas, en **45.000€**

El coste de los tanques de cemento puede ser $€ = 1800 \cdot N \cdot Q^{2/3} = \mathbf{401.415 \text{ €}}$

Los automatismos y accionamientos remotos asociados se cifran en un quinto: **26.722 €**

Ante la ausencia de datos acerca del coste de implementar la clase FiFi, estimaremos **300.000 €** en concepto de bombas, lanzas, etc.

En total, esta partida es de **1.920.522 €**

Control y automatización:

El coste de las salas de control puede cifrarse en $€ = 1080 \cdot Superficie^{0,85}$; Si a esto le sumamos el espacio dedicado en puente al control del posicionamiento dinámico, tendremos un coste de **19.452 €**

El coste de los dispositivos de automatización y control reglamentarios es de $€ = 3240 \cdot 1.5 \cdot BHP^{1/3} = \mathbf{118.783 \text{ €}}$

A mayores, consideramos varios equipos que no hemos contemplado hasta ahora como **61.878 €**

En total: **200.022 €**

En resumen:

Costes de materiales y equipos	
Casco	937.902 €
Propulsión elec.	11.317.282 €
Equipos comunes y armamento	921.813 €
Maquinaria aux.	375.051 €
Equipo específico	1.920.522 €
Control y automatización	200.022 €
Total	15.672.592 €

Ahora consideraremos los costes asociados a la mano de obra para llevar a cabo la construcción.

Necesitaremos calcular las horas de trabajo necesarias.

Las horas necesarias para el acero del casco:

$$Horas = P_{acero} \cdot K_{ba} \cdot (1 + 0.3 \cdot (1 - C_b)) \cdot (1 + 0.04) \cdot (1 + K_e \cdot C_e) \cdot (1 + 0.05 \cdot (N_c - 1))$$

Con Kba el índice de mano de obra por tonelada de acero. Tomaremos 90 h/t. Cb será nuestro coeficiente de bloque, 0,74. Ke y Ce son coeficientes que reflejan la complejidad de construcción de ciertos elementos, serán 0,5 y 0,2 respectivamente. Nc será el número de cubiertas, aparte de cámara de máquinas y exteriores, 7.

Las horas necesarias serán **89.603 horas**

Las horas necesarias para las piezas de fundición:

$$Horas = 25 + 30 \cdot L^{1/3} \cdot D \cdot 2 = \mathbf{2325 \text{ horas}}$$

Las horas necesarias para el tratamiento y pintado de superficies:

$$Horas = 0.25 \cdot S_{om} + (1 + 0.32 \cdot 3) + 0.35 \cdot S_{ov} \cdot (3/4) + 0.4 \cdot S_{int} \cdot 3$$

Con S_{om}, S_{ov}, S_{int} las superficies de la obra muerta, viva e interior.

Las horas necesarias serán de **11.837 horas**

Las horas necesarias en la elaboración del casco serán **103.765 horas**

Respecto a las horas de trabajo necesarias para el montaje de los equipos de amarre y fondeo, para estachas y cadenas será: $27 \cdot P_{ancla}^{0,4} =$
89 horas

Para los molinetes y los cabestrantes:

$$L \cdot (1,75 \cdot N_{molinetes} + 1,6 \cdot N_{cabestrantes}) = \mathbf{818 \text{ horas}}$$

La instalación de los medios de salvamento ocupará:

$$300 + 1,5 \cdot N_{tripulantes} = \mathbf{345 \text{ horas}}$$

La mano de obra necesaria para la habilitación será de 16 horas por metro cuadrado, lo que resulta en **6912 horas**.

La mano de obra necesaria para la fonda y hotel será de 115 horas por tripulante, lo que resulta en **3450 horas**.

La mano de obra necesaria para el A/C será de 2 horas por metro cuadrado, lo que resulta en **864 horas**.

El costo horario de instalación de los equipos de navegación es de: $330 \cdot N^{2/3}$. Dada la complejidad de nuestros equipos de navegación y la necesidad de redundancia de todos ellos, consideraremos 30. Resulta en **3186 horas**.

El costo horario de las instalaciones C.I. propias se estima en **3876 horas**

El costo de las gambuzas frigoríficas se estima en **200 horas**

El costo horario en equipos sanitarios responde a la siguiente fórmula:

$$(280 + 8 \cdot Q) + (200 + 3,5N) + (410 + 3,9N) + 400 = \mathbf{1.514 \text{ horas}}$$

Con lo que las horas de trabajo necesario en armamento y equipos comunes es de **21.254 horas**

Ahora consideraremos las horas que requiere la instalación de la planta propulsora:

Las horas por motor y grupo electrógeno pueden estimarse como:

$$52 \cdot N \cdot kw_{unit}^{0,43} = \mathbf{6.236 \text{ h}}$$

Aunque la instalación de las unidades pods corresponde al fabricante, usaremos las estimaciones del libro de todas formas para darnos una idea:

$$240 + 0,004 \cdot BHP \cdot 2 = \mathbf{355 \text{ horas}}$$

A lo que sumaremos las horas necesarias para la instalación de las hélices transversales:

$$14,5 \cdot BHP^{0,7} = \mathbf{3.641 \text{ horas}}$$

La instalación eléctrica puede estimarse como:

$$4 \cdot S_h + 6 \cdot kw = \mathbf{67.168 \text{ horas}}$$

Con lo que el saldo de horas invertidas en el sistema es de **77.400 horas**

Las horas invertidas en el equipo de arranque pueden tomarse como **180 horas**.

La fórmula del tiempo de instalación de los sistemas auxiliares de los generadores pueden considerarse como:

$$2250 + 0.18 \cdot BHP = \mathbf{4.851 \text{ horas}}$$

El servicio de trasiego de combustible lleva 0,27 horas por C.V. instalado, con lo que conlleva **3.901 horas**

El montaje de las depuradoras se estima como:

$$(90 + 0.056 \cdot BHP) \cdot (N_{purificadoras}) = \mathbf{4.436 \text{ horas}}$$

El tanque y sistema de lodos y derrames será **2400 horas**

Las horas investidas en el lastre se estiman en **5.000 horas**

Con lo que el saldo de horas en auxiliares resulta en **16.867 horas**

Para los equipos específicos del buque

El coste horario en la instalación de los diferentes tanques del PSV es de

$$960 \cdot Q_{tanques}^{2/3} \cdot Puntal^{0,5} = \mathbf{15.687 \text{ horas}}$$

Más los tanques de cemento, unas **500 horas**.

Se estiman 242 horas de trabajo por instalación de bombas y el 17% para sus líneas. En total, acumulamos **3.674 horas**.

Para los equipos de limpieza, estimamos **300 horas**.

Los elementos de trincado de cubiertas llevarán **4.956 horas**

Asumiremos que las horas necesarias para la instalación de los automatismos y control están ya incluidas en las partidas anteriores de propulsión.

Las horas totales de trabajo serán: **243.903 horas.**

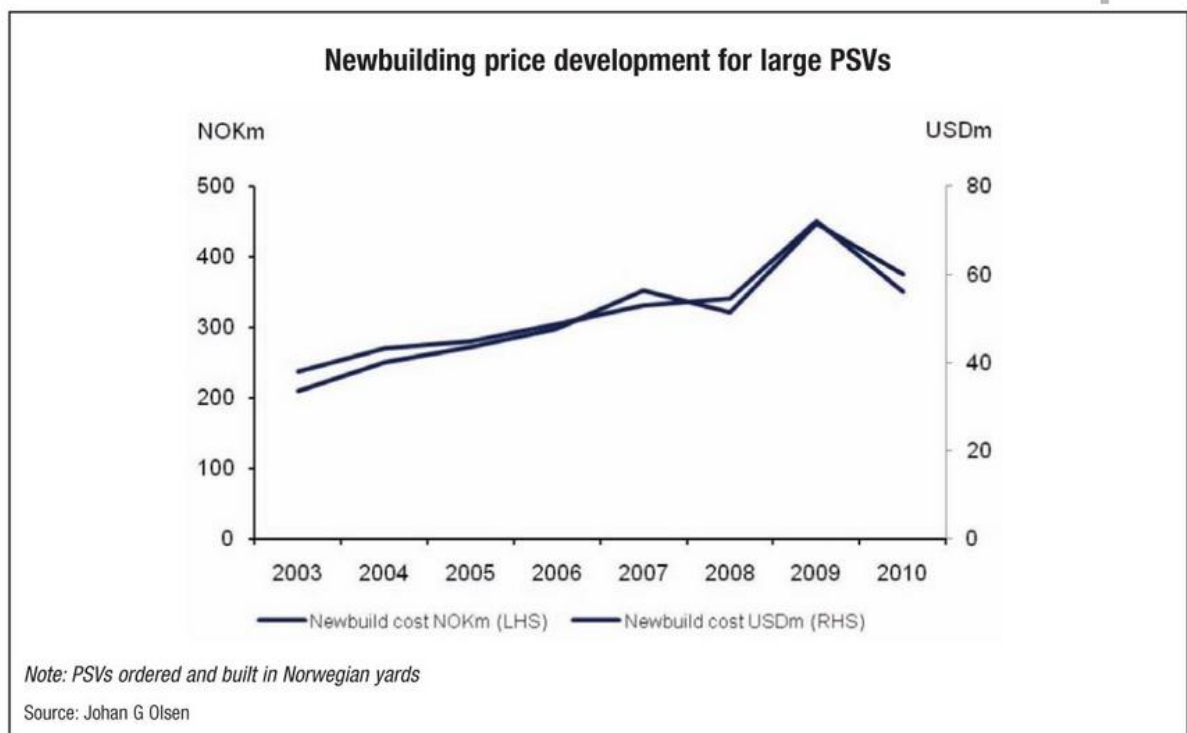
Que, a 90€ la hora de trabajo, equivalen a un coste de **21.951.270 €**

Si asumimos que no incurrimos ni en primas ni en penalizaciones, solo nos queda por asumir en los costes iniciales el margen de beneficio del astillero en un 10%.

Este será de **3.762.386 €**

Con lo que el coste de construcción del buque resulta en **41.386.250 €**

Si lo comparamos con los costes de nueva construcción de PSVs que hemos extraído de Marine Money Group hasta el 2010:



Teniendo en cuenta que 50 millones de dólares estadounidenses, con el cambio actual, equivalen a 45.250.000 € aprox. Vemos que nuestra cifra resulta aproximadamente aceptable.

13.3 Gastos del armador:

Esta partida contempla los gastos que el armador debe asumir por contratar la obra, más allá del coste de construcción.

Contempla los gastos notariales de las escrituras, intereses intercalarios, gastos de inspección y el IVA.

Los gastos por constitución de hipoteca se evalúan como:

$$0,005 \cdot \text{Crédito} \cdot (1,2 + 3 \cdot \text{interés})$$

Si tomamos un crédito que cubra el 75% de la obra, y un interés del 4%, este gasto resulta en **204.862 €**

El costo del Impuesto por Acto Jurídico Documentado es del 0,5% del valor del contrato, por **206.931 €**

Y el gasto notarial será el 10% de la suma de los dos anteriores, **41.180 €**

El gasto en intereses intercalarios a causa del crédito se evalúa como:

$$(0,0167 \cdot \text{Plazo entrega(meses)} + 0,035 \cdot \text{Plazo construcción(meses)}) \cdot Cr \cdot i$$

Si tomamos el plazo de entrega como 30 meses y la construcción como dos años, este gasto resulta en **1.665.000 €**. No se incurrirá en este gasto al considerar el proyecto no financiado

El coste en inspecciones se valora como el 0,1% del valor de contrato:

41.386 €

El coste en pertrechos extra es de:

$$18.000 + 0,0012 \cdot V_c + 600 \cdot BHP^{1/3} = \mathbf{82.277 \text{ €}}$$

El volumen de gastos necesarios para la explotación es de $6000(1,5 + 0,1 \cdot BHP^{1/3}) = \mathbf{23.614 \text{ €}}$

Siendo el IVA un 16%, añade al coste **6.621.800 €**

Con lo que los gastos del armador suman un total de **8.887.050 €**

13.4 Costes operativos:

El buque deberá incurrir en más costes si quiere mantenerse activo, el más intuitivo el gasto en combustible. Otros gastos serán el salario de los tripulantes, el gasto en mantenimiento, las tasas portuarias...

Estos costes pueden ser tradicionalmente fijos o variables. Asumiremos una operación uniforme a lo largo de la vida del buque, dado que su actividad depende de la actividad de las plataformas a las que abastezca, con lo que podremos catalogar como costes fijos anuales de explotación todos los gastos.

Usando el consumo promedio del perfil operativo típico, el consumo de fuel se estima en 0.79 t/h. El consumo anual resulta en 6921 toneladas de fuel.

Se ha consultado el precio de la tonelada de HFO en varios puertos europeos:

Ship & Bunker
NEWS AND INTELLIGENCE FOR THE MARINE FUELS INDUSTRY

home news & features bunker prices events

North and Western Europe world average americas emea asia/pacific

Home > Bunker Prices > EMEA > North and Western Europe

Port Name ▲	IFO380 ▲	IFO180 ▲	MDO ▲	MGO ▲	
Antwerp	238.50 ▲2.00	268.50 ▲2.00	-	418.50 ▲5.50	Jul 08
Bergen	-	-	-	447.00 ▼0.50	Jul 08
Falmouth	281.50 ▼6.00	-	-	490.00 ▼21.50	Jul 08
Gdansk	241.50 ▼8.00	261.50 ▼8.00	-	421.50 ▼21.00	Jul 08
Gdynia	241.50 ▼8.00	261.50 ▼8.00	-	421.50 ▼21.00	Jul 08
Gothenburg	252.50 ▼1.00	277.50 ▼1.50	-	-	Jul 08
Hamburg	247.50 ▲0.50	276.00 ▼1.50	-	433.00 ▲6.50	Jul 08
Las Palmas	262.50 ▼2.50	279.50 ▼2.00	-	460.00 ►0.00	Jul 08
Lisbon	258.50 ▲1.50	275.50 ▲1.00	-	466.00 ▼2.00	Jul 08
Rotterdam	237.00 ▼1.00	268.50 ▲1.00	-	417.00 ▲4.00	Jul 08
St Petersburg	173.50 ▲0.50	182.50 ▼4.50	-	437.50 ▼9.00	Jul 08
Swinoujscie	241.50 ▼8.00	261.50 ▼8.00	-	421.50 ▼21.00	Jul 08
Szczecin	241.50 ▼8.00	261.50 ▼8.00	-	421.50 ▼21.00	Jul 08
Tenerife	262.50 ▼2.50	279.50 ▼2.00	-	460.00 ►0.00	Jul 08

Top Ports More ►

	IFO380 \$/mt +/-	MGO \$/mt +/-
Singapore	251.00 ▼3.00	432.50 ▼9.00
Rotterdam	237.00 ▼1.00	417.00 ▲4.00
Houston	230.50 ▼9.00	450.00 ▼12.00
Fujairah	256.50 ▲1.50	512.50 ▼4.00
Istanbul	267.50 ▼2.50	470.50 ▲5.50

Consideramos aproximación suficiente estimar el precio de combustible en 250 dólares la tonelada, o 226 €/t.

Con lo que el gasto anual en combustible resulta en **1.564.146 €**

Tras consultar varias páginas de puertos del mar del Norte, podemos estimar el gasto anual en tasas portuarias en **6.000 €**.

Para tener en cuenta el salario de la tripulación, tendremos en cuenta que habrá dos tripulaciones, que contarán con vacaciones pagadas mientras la otra está embarcada.

Si tomamos que la tripulación necesaria para operar el buque y su salario son los siguientes:

Capitán	89.000 €/año
Jefe Maq	89.000 €/año
Oficialesx2	54.000€/año
Maestranzax4	39.000 €/año
Subalternosx4	30.000 €/año
TOTAL	562.000€/año

Que si tomamos las dos tripulaciones, resulta en **1.124.000 €** anuales

El gasto en víveres es de 24.000 € por año y tripulante. Nuestro coste será de **720.000 €**

El mantenimiento anual se toma como el 1,75% del valor inicial,
879.783€

Con lo que el total de costes operacionales por año es de **4.293.929 €**

La amortización necesaria se evalúa como el valor inicial del buque menos su valor final dividido por la vida útil del buque. El valor inicial del buque será el coste de construcción más los gastos del armador, 50.273.300 €, y el final lo estimamos en un 10% de este valor. La vida útil

del buque será de 19 años, basándonos en datos recabados de flotas ya existentes

La amortización necesaria resulta en:

$$\frac{0,9 \cdot 50.273.300}{19} = 2.381.366 \text{ €}$$

13.5 Estimación de ingresos:

A pesar de que los PSV portan cargas distintas unos de otros y su actividad concreta puede ser bastante diferente de buque a buque, por lo general las plataformas petrolíferas contratan sus servicios por periodos de tiempo determinados mediante contratos “spot”. Durante la duración de su servicio, el PSV recibe una remuneración fija de forma regular.

Por tanto, en nuestro análisis económico consideraremos los ingresos como constantes

Tras consultar en webs financieras y otros lugares, vemos que actualmente el servicio de suministro a plataformas en el mar del Norte atraviesa una reciente crisis con múltiples navíos ociosos. El último dato económico que poseemos es de enero del 2014, con el mercado en alza, que cifran el ratio diario de la explotación en Time Charter de un PSV de 4000dwt en 30.000 dólares estadounidenses por día.

Basándonos en los perfiles operacionales consultados, asumiremos de forma optimista que nuestro buque opera uno de cada cinco días, esto es, 292 días al año. Para nuestro buque de 5000dwt tomaremos, de forma muy optimista, unos ingresos diarios de 39.000 €. Esto se traduce en unos ingresos anuales de **11.388.000 €**

13.6 Cashflow del proyecto no financiado:

Cashflow extraoperativo					
Año	1	2	3	4	5
Costo construcción	-20.693.125,00 €	-20.693.125,00 €	-	-	-
Gastos armador sin crédito	-	-	-7.222.050,00 €	-	-
Valor residual	-	-	-	-	-
Total	-20.693.125,00 €	-20.693.125,00 €	-7.222.050,00 €	0,00 €	0,00 €
Cashflow operativo					
Año	1	2	3	4	5
Ingresos brutos	-	-	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €
Gastos fijos	-	-	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €
Amortización	-	-	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €
Beneficios brutos	-	-	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €
Impuesto de sociedades	-	-	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €
Beneficios netos	-	-	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €
Total			5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €
CASHFLOW TOTAL	-20.693.125,00 €	-20.693.125,00 €	-1.777.425,75 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €

Cashflow extraoperativo					
Año	6	7	8	9	10
Costo construcción	-	-	-	-	-
Gastos armador sin crédito	-	-	-	-	-
Valor residual	-	-	-	-	-
Total	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Cashflow operativo					
Año	6	7	8	9	10
Ingresos brutos	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €
Gastos fijos	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €
Amortización	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €
Beneficios brutos	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €
Impuesto de sociedades	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €
Beneficios netos	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €
Total	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €
CASHFLOW TOTAL	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €

Cashflow extraoperativo					
Año	11	12	13	14	15
Costo construcción	-	-	-	-	-
Gastos armador sin crédito	-	-	-	-	-
Valor residual	-	-	-	-	-
Total	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Cashflow operativo					
Año	11	12	13	14	15
Ingresos brutos	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €
Gastos fijos	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €
Amortización	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €
Beneficios brutos	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €
Impuesto de sociedades	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €
Beneficios netos	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €
Total	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €

Cashflow extraoperativo				
Año	16	17	18	19
Costo construcción				
Gastos armador sin crédito				
Valor residual				
	5.027.330,00 €			
Total	0,00 €	0,00 €	0,00 €	5.027.330,00 €
Cashflow operativo				
Año	16	17	18	19
Ingresos brutos	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €	11.388.000,00 €
Gastos fijos	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €	4.293.929,00 €
Amortización	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €	2.381.366,00 €
Beneficios brutos	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €	4.712.705,00 €
Impuesto de sociedades	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €	1.649.446,75 €
Beneficios netos	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €	3.063.258,25 €
Total	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €

13.7 Cashflow del proyecto financiado:

Si pedimos un crédito al 4% de interés que cubra el 75% del costo de la obra y cuyo plazo de devolución sean 12 años, esté será de 31.039.687 €. Le deducimos inmediatamente el coste de corretaje y comisiones notariales, quedando en **30.586.714 €**

Recibiremos este crédito en el año 1, y comenzaremos a pagarlo a partir del año 2 inclusive.

Usaremos la función “PAGOPRIN” de Excel para determinar el cashflow extraoperativo del crédito por el pago del capital.

Usaremos la función “PAGOINT” de Excel para determinar el pago en concepto de los intereses del crédito.

Contabilizaremos un escudo fiscal, como los impuestos que dejamos de pagar por el hecho de estar adeudados, en función del pago calculado de los intereses.

Una vez determinado el Cashflow total del crédito, se lo sumaremos al cashflow del proyecto no financiado.

Cashflow extraoperativo					
Año	1	2	3	4	5
Entrada	30.586.714,00 €				
Devolucion principal		-2.065.758,61 €	-2.148.388,95 €	-2.234.324,51 €	-2.323.697,49 €
Total	30.586.714,00 €	-2.065.758,61 €	-2.148.388,95 €	-2.234.324,51 €	-2.323.697,49 €

Cashflow operativo					
Año	1	2	3	4	5
Intereses		-1.241.587,48 €	-1.158.957,14 €	-1.073.021,58 €	-983.648,60 €
Escudo fiscal		434.555,62 €	405.635,00 €	375.557,55 €	344.277,01 €
Total		-807.031,86 €	-753.322,14 €	-697.464,03 €	-639.371,59 €
CASHFLOW T. CRE.	30.586.714,00 €	-2.872.790,47 €	-2.901.711,09 €	-2.931.788,54 €	-2.963.069,08 €

Año	1	2	3	4	5
CASHFLOW TOTAL	9.893.589,00 €	-23.565.915,47 €	-4.679.136,84 €	2.512.835,71 €	2.481.555,17 €

Cashflow extraoperativo					
Año	6	7	8	9	10
Entrada					
Devolucion principal	-2416645,392	-2.513.311,21 €	-2.613.843,66 €	-2.718.397,40 €	-2.827.133,30 €
Total	-2.416.645,39 €	-2.513.311,21 €	-2.613.843,66 €	-2.718.397,40 €	-2.827.133,30 €

Cashflow operativo					
Año	6	7	8	9	10
Intereses	-890700,6973	-794.034,88 €	-693.502,43 €	-588.948,69 €	-480.212,79 €
Escudo fiscal	311745,2441	277.912,21 €	242.725,85 €	206.132,04 €	168.074,48 €
Total	-578955,4533	-516.122,67 €	-450.776,58 €	-382.816,65 €	-312.138,31 €
CASHFLOW T. CRE.	-2.995.600,85 €	-3.029.433,88 €	-3.064.620,24 €	-3.101.214,05 €	-3.139.271,61 €

Año	6	7	8	9	10
CASHFLOW TOTAL	2.449.023,40 €	2.415.190,37 €	2.380.004,01 €	2.343.410,20 €	2.305.352,64 €

Cashflow extraoperativo					
Año	11	12	13	14	15
Entrada					
Devolucion principal	-2940218,63	-3.057.827,38 €	-3.180.140,47 €		
Total	-2.940.218,63 €	-3.057.827,38 €	-3.180.140,47 €		

Cashflow operativo					
Año	11	12	13	14	15
Intereses	-367127,4591	-249.518,71 €	-127.205,62 €		
Escudo fiscal	128494,6107	87.331,55 €	44.521,97 €		
Total	-238632,8484	-162.187,16 €	-82.683,65 €		
CASHFLOW T. CRE.	-3.178.851,48 €	-3.220.014,54 €	-3.262.824,12 €		

Año	11	12	13	14	15
CASHFLOW TOTAL	2.265.772,77 €	2.224.609,71 €	2.181.800,13 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €

Cashflow extraoperativo				
Año	16	17	18	19
Entrada				
Devolucion principal				
Total				

Cashflow operativo				
Año	16	17	18	19
Intereses				
Escudo fiscal				
Total				
CASHFLOW T. CRE.				

Año	16	17	18	19
CASHFLOW TOTAL	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	5.444.624,25 €	10.471.954,25 €

13.8 Evaluación económica:

Usaremos el VAN (Valor Actual Neto), el TIR (Tasa Interna de Retorno) y la estimación del período de recuperación para evaluar la viabilidad de la inversión.

El VAN se calcula como:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Con V_t los flujos de caja por periodo, k el coste de capital, t el periodo de en cuestión e I_0 el desembolso inicial.

Esta función ya está implementada en Excel

Si este valor es mayor que cero, la inversión es deseable.

El TIR se calcula como el valor de “ k ” que iguala el VAN a 0, con lo que se traduce como la tasa de rentabilidad real que da la inversión. La inversión será deseable si el TIR resulta mayor que la tasa usada para el cálculo del VAN.

El periodo de recuperación es la cantidad de periodos necesarios para recuperar el desembolso inicial de la inversión.

Proyecto no financiado	
VAN	1.197.999,92 €
TIR	8,36%
Periodo de recuperación	12

Proyecto financiado	
VAN	9.000.639,85 €
TIR	14,11%
Periodo de recuperación	11

Donde podemos ver que el proyecto no financiado está al límite de ser una inversión interesante, con un VAN reducido respecto a la inversión necesaria y un TIR apenas por encima del coste de capital. El periodo de recuperación excede el periodo inicialmente deseado de 10 años.

El proyecto financiado resulta más interesante en todos los aspectos, con un VAN mucho mayor, un TIR más atractivo y un periodo de recuperación menor, aunque aún excesivo.